



UiO • Institutt for arkeologi, konservering og historie
Det humanistiske fakultet

Konserveringen av et lerretsmaleri fra Otto Valstads atelier



Masteroppgave i malerikonservering

Våren 2014

Helene Skoglund-Johnsen

© Helene Skoglund-Johnsen

2014

Konservering av et maleri fra Otto Valstads atelier

Helene Skoglund-Johnsen

<http://www.duo.uio.no/>

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

Sammendrag

Den hellige familie er et usignert oljemaleri på lerret fra Valstads samlinger som ble innkjøpt i Italia i 1903. Motivet fremstiller den hellige familie og er en gjengivelse av Annibale Carraccis kunstverk *La sacra famiglia con San Giovannino* fra 1598-1600.

Maleriet er malt med tradisjonelle pigmenter og det ble ikke registrert materialer som kunne gi en klar antydning om når maleriet ble malt. Oppbyggingen av en dobbel rød krittgrundering, samt en rasjonell og effektiv maleteknikk der mørke og lyse kontraster er utnyttet svært bevisst for å skape en chiaroscuroeffekt, er imidlertid tidstypisk for 1600-tallet.

Maleriet bar preg av at tidligere oppbevaringer og behandlinger har medført nedbrytning og skader. Maleriet har på et tidspunkt vært brettet i to, noe som har resultert i både lerretsrifter, tynnslitte lerretstråder og fargeavskallinger sentralt i motivet. Det er tydelige lerretsavtrykk i fargelagene flere steder i maleriet, som kan være et resultat av en tidligere dublering. Maleriet manglet oppspenningskanter og var klebet direkte til blindrammen langs alle kanter, noe som har virket svært belastende på både lerret og fargelag da deformasjoner og avskallinger i fargelagene har oppstått langs kantene. I tillegg sørget misfarget ferniss i kombinasjon av smuss og støv for en betydelig mørkning og matning av maleriets farger.

Gjennom prosjektet ble Valstads atelier besøkt månedlig for å utføre klimatiske målinger. Det varierende klimaet i utstillingsrommet, samt maleriets plassering øverst på yttergavlveggen utgjorde et viktig grunnlag for valg av behandlingsprosedyrer i masterprosjektet.

Det ble utført en strukturell heldublering av det nedbrutte maleriunderlaget for å muliggjøre en ny oppspenning, samt stive og støtte opp maleriunderlaget. Det var et mål å velge bærekraftige materialer med egnede aldringsegenskaper tilpasset klimaet i utstillingsrommet.

I tillegg ble maleriet rensset for støv og smuss, samt påført en ny ferniss for å gjeninnvinne noe av maleriets opprinnelige fargetoner og metning. Sentrale fargeavskallinger i forbindelse med bretteskaden ble kittet og retusjert.

English summary

This master's dissertation presents investigations, and the conservation treatment of *The holy family*, which is a canvas painting from the Valstad collection at Asker Museum. The painting is unsigned and was purchased in Italia in 1903. The motif is a reproduction, and the original composition is Annibale Carraccis' *La sacra famiglia con San Giovannino*, painted in 1598-1600.

The holy family is painted with oil and traditional pigments. During the analytical investigations no materials that could lead to a certain dating were detected. However, a double red chalkbased ground, as well as dark shadows and contrasting lead white highlights to make a chiaroscuro effect, is typical for the painters of the 1600s.

There were many signs that earlier treatments had caused damages and deterioration to the painting materials. The painting has been folded at one point, which had resulted in a torned canvas as well as paint losses in central parts of the motif. The original tacking margins were cut off and the painting was glued directly to the wooden stretcher. This had caused both deformations and paint losses all around the edges of the painting. In addition, a combination of discoloured varnish, dust and dirt had led to severely darkening and mattening of the colours.

Asker Museum was visited every month from February to December 2013 to perform measurements of the relative humidity, temperature and the light levels. The fluctuating climate in the museum, as well as how the painting was normally displayed high up on the wall, were main objectives behind the treatment decisions that were made.

A lining was performed to support the torned canvas and to make it possible to stretch it onto the stretcher. It was a primary aim to choose materials that would remain stable in the museum climate. Dirt and discoloured varnish was removed and the painting was revarnished to saturate the colours. The most visually disturbing paint losses were filled in and retouched.

Forord

Masteprosjektet ble gjennomført i løpet av høsten og vinteren 2013/2014 og har utgjort seks utfordrende, men svært lærerike måneder. Malerikonservering er et tverrfaglig emne som på den ene siden krever å kunne sette seg inn i avanserte analytiske teknikker og akademisk drøfting, i tillegg til presist, praktisk konserveringsarbeid. Innledningsvis vil jeg benytte anledningen til å takke alle de som har hjulpet meg underveis og gjort dette prosjektet gjennomførbart.

Først og fremst vil jeg takke Asker Museum for at jeg har kunnet bruke *Den hellige familie* som mitt masterprosjekt. Det har i tillegg vært både nyttig og hyggelig å utføre månedlige besøk til museet for å utføre klimatiske målinger i Valstads atelier. Museets ansatte har vært svært imøtekommende, svart på spørsmål og engasjert seg i oppgaven.

Jeg vil også rette en stor takk til min veileder professor Tine Frøysaker for grundige tilbakemeldinger på det skriftlige og det praktiske arbeidet. Tine har i tillegg vært en motivator med sin iver for konserveringsfaget og masterstudiet.

Duncan Slarke fortjener stor takk for sin tålmodighet og pedagogiske evner under røntgenopptak, XRF- og SEM-EDS-analyser, samt tolking av analyseresultatene. Også universitetslektor Douwtje van der Meulen takkes dypt for at hun har sørget for alt av konserveringsmaterialer og utstyr som har vært tilgjengelige underveis. Malerikonserverne Terje Syversen, Linn Solheim og Eivind Brattlie takkes hjertelig for at de har tatt seg tid til å råde uerfarne studenter når det gjelder rensing, kitting og retusjering. Snekkermester Hanne Bjørk takkes for anbefalinger og strukturell stabilisering av maleriets blindramme. I tillegg må det rettes en stor takk til Kaja Kollandsrud for lån av fotostudio ved flere anledninger.

I tillegg vil jeg takke mine to gode venner Catherine Sagaute for lån av fotoapparat og Ingrid Senje for korrekturlesning. Jeg vil også gjerne takke mine foreldre, broren min, nevøen min og Daniel for god støtte og husrom i løpet av semesteret.

Sist, men ikke på noen måte minst takker jeg mine medstudenter og nære venner Emma Johansson, Eirin Breie, Ingvild Vestvik, Kristin Rattke og Vilde Dalåsen, som har alle har bidratt til et godt miljø, i form av både faglige diskusjoner, tett samarbeid og kakebaking.

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	1
1.1. Hovedmål og problemstilling	1
1.2. Oppgavens oppbygning	2
2. METODIKK	3
2.1. Kildegrunnlag og teoretisk rammeverk	3
2.2. Redegjørelse for metode og analyserekkefølge	3
2.3. UNDERSØKELSESMETODER	4
2.3.1. OTTO VALDSTADS ATELIER	4
2.3.2. ORIGINALE MATERIALER	5
2.3.2.1. Malerilerret	5
2.3.2.2. Limdrenking	6
2.3.2.3. Grundering, undertegning og fargestrukturer	6
2.3.3. SEKUNDÆRE MATERIALER	10
2.3.3. 1. Sekundære pyntelisser og blindramme	10
2.3.3. 2. Sekundær oppklebing av lerret til blindramme	10
2.3.3.3. Tidligere dublering?	11
2.3.3.4. Sekundære fernisslag	11
2.3.4. TILSTAND	12
2.3.4.1. Montering	12
2.3.4.2. Bunnmaterialer	12
2.3.4.3. Grundering og fargelag	13
3. HISTORISK KONTEKST	15
3.1. Motivskildring	15
3.2. Motivforlegg	15
3.3. Kuntshistorisk kontekst	16
3.4. Gjenbruk av motiv etter Annibale Carracci	16
3.5. Maleteknikk	17

4. ORIGINALE MATERIALER.....	19
4.1. Original blindramme og oppspenning.....	19
4.2. Lerretsunderlag.....	19
4.3. Limdrenking.....	21
4.4. Grunderingslag.....	21
4.5. Undertegning.....	23
4.6. Bindemiddel og maleteknikk.....	23
4.7. FARGESTRUKTURER.....	24
4.7.1. Fiolett.....	24
4.7.2. Blått.....	25
4.7.3. Gult.....	27
4.7.4. Rødt.....	27
4.7.5. Brunt.....	28
4.7.6. Sort.....	28
4.7.7. Hvitt.....	29
4.7.8. Karnasjon.....	29
5. BEHANDLINGSHISTORIKK OG SEKUNDÆRE MATERIALER.....	31
5.1. Sekundære pyntelister.....	31
5.2. Sekundær blindramme.....	31
5.3. Montering av lerret til blindrammen.....	32
5.4. Reduksjon av maleriunderlaget.....	32
5.5. Lerretsskjøt.....	33
5.6. Fargestrukturer i lerretsremsen.....	33
5.7. Vevsavtrykk etter en tidligere dublering?.....	34
5.3. Sekundær ferniss.....	36
6. TILSTAND.....	37.
6.1. Valstads pyntelister.....	37
6.2. Sekundær blindramme.....	37
6.3. Montering av lerret til blindrammen.....	38
6.4. Lerretsunderlaget.....	39
6.4.1. Påsydd lerretsremse.....	40

6.5. GRUNDERING OG FARGESTRUKTURER	41
6.5.1. Fargeavskallinger.....	41
6.5.2. Oppskallinger og krakeleringeringsmønstre.....	42
6.5.3. Fargeendringer i originale fargelag	44
6.6. SEKUNDÆR FERNISS, SMUSS OG STØV.....	45
 7. BEHANDLINGEN 2013 OG 2014.....	47
7.1. ETISK RAMMEVERK.....	47
7.2. MÅLSETTINGER FOR BEHANDLING AV <i>DEN HELLIGE FAMILIE</i>	48
7.3. STRUKTURELL BEHANDLING.....	49
7.3.1. Demontering fra blindrammen.....	49
7.3.2. Planering.....	49
7.3.3. Strukturell forsterkning av maleriunderlaget.....	50
7.3.4. Ny montering.....	53
7.3.5. Forsidesikring.....	54
7.3.6. Punktkonsolidering av fargelag	54
7.4. RENSING.....	55
7.4.1. Rensing av lerretsbacksiden.....	55
7.4.2. Rensing av nedbrutt ferniss og smuss.....	56
7.5. VISUELL REINTERGRERING.....	59
7.5.1. Fernissering.....	59
7.5.2. Kitting og retusjering.....	60
 8. ETTERVERN.....	63
8.1. Montering og plassering.....	63
8.2. Relativ fuktighet og temperatur.....	64
8.3 Belysning.....	65
 9. AVSLUTNING.....	67
 10. LITTERATURLISTE OG REFERANSER.....	69
 11. ILLUSTRASJONER.....	82
 12. VEDLEGG.....	111
 13. TABELLER.....	126

Liste over illustrasjoner, vedlegg og tabeller:

Foto og illustrasjoner:

- III. 1. Helopptak av motivsiden før behandling.
- III. 2. Helopptak av maleribaksiden før behandling.
- III. 3. Helopptak av motivsiden etter behandling 2014.
- III. 4. Helopptak av maleribaksiden etter behandling 2014.
- III. 5. Maleriets plassering i Valstads atelier, b) sidebelysningen c) spor etter insekter.
- III. 6. Valstads atelier fotografert fra utsiden.
- III. 7. Annibale Carracci *La sacra famiglia con San Giovanni* 1600.
- III. 8. Kobberstikk Wallerant Vaillant 1660-1675.
- III. 9. Kobberstikk av Cornelis Bloemaert 1630-1684
- III. 10. *Den hellige familie* plassert sammen med grafisk forlegg 1632.
- III. 11. Kobberstikk av Giacomo Antonio Stefanoni
- III. 12. Kobberstikk av Ludwig von Siegen 1657.
- III. 13. Etsing av Antonio Marchi 1841-1846.
- III. 14. Rafael. *Sagrada famiglia del roble* 1518.
- III. 15. Correggio. *Il Riposo in Egitto con san Francesco* 1520.
- III. 16. Infrarødt opptak av *Den hellige familie*.
- III. 17. Gjennomlys før behandling 2013.
- III. 18. Motivside i sidebelysning før behandling 2013.
- III. 19. Røntgenopptak av *Den hellige familie*.
- III. 20. Falskfarge infrarødt opptak av maleriet før behandling.
- III. 21. UV-opptak av maleriet før behandling.
- III. 22. Nedre venstre hjørne med museumsnummer
- III. 23. Næropptak av pyntelist.
- III. 24. Næropptak av bronsemaling på pyntelist og i malerimotivet.
- III. 25. Pyntelistene spikret inn i blindrammen.
- III. 26. Bronsetinktut og gullgrunn i Valstads atelier
- III. 27. Øvre høyre blindrammehjørne etter at pyntelistene er tatt av.
- III. 28. Nedre høyre blindrammehjørne etter at pyntelistene er tatt av.
- III. 29. Blindrammens konstruksjon.
- III. 30. Kiler sammenlignet med referanseprøve av magogny.
- III. 31. Blindramme sammenlignet med referanseprøve av furu.
- III. 32. Underveis i rensingen av blindrammen.
- III. 33. Sekundært lim benyttet til å klebe lerretet til blindrammen
- III. 34. Kjemisk test av klebemiddel.
- III. 35. Blindramme med limrester etter demonteringen av lerretet.
- III. 36. Påskjøtet lerretsremse markert med piler.
- III. 37. Lerret etter demontering fra blindramme.
- III. 38. Næropptak av søm sett fra motivsiden og fra baksiden.
- III. 39. Trådtelling per 2cm² og tråddykkelse i hovedlerret og i lerretsremse.
- III. 40. Rifter i maleriunderlaget markert med rødt.
- III. 41. Næropptak av tynnslitte tråder i lerretetshovedstykke
- III. 42. Grunderingsperle har trengt gjennomlerretveven.
- III. 43. Næropptak av rød grundering over brun grundering.
- III. 44. Fargemodellering i Maria og Jesusbarnet.
- III. 45. Fargemodellering i Marias fiolette kjortel.
- III. 46. Detaljopptak.

- III. 47. Hvite høylys under semitransparent mørk blå i Marias blå kappe.
- III. 48. Jesu og Marias ansikt i sidebelysning.
- III. 49. a) Alderskrakeleringer i blått fargeområde og b) tørkekrakeleringer i Marias ansikt.
- III. 50. Alderskrakeleringer i Marias mørke blå kappe.
- III. 51. Avtrykk etter lerret i de originale fargelagene.
- III. 52. Sammenligning av avtrykkenes trådtelling i forhold til originalerretet.
- III. 53. Illustrasjon på vevsavtrykk.
- III. 54. Næropptak av ferniss og smuss.
- III. 55. Lokalt påført fernisslag over Marias ansikt.
- III. 56. Underveis i rensebehandlingen.
- III. 57. Før og etter rensing.
- III. 58. Lerretet tas av blindrammen med spatel.
- III. 59. Konsolidering av fargeavskallinger.
- III. 60. Limrester langs lerretkantene etter demontering fra blindrammen.
- III. 61. Lerretbaksiden renses med svamp.
- III. 62. Riftreparasjoner med sveisepulver.
- III. 63. Planering.
- III. 64. Figur som beskriver hvordan lerretet ble plassert på lavtrykksbordet under dubleringen
- III. 65. Dublering og kantdublering.
- III. 66. Kitting og retusjering.
- III. 67. Før behandlingen 2013.
- III. 68. Etter fernissering, kitting og retusjering
- III. 69. Fernissering med MS2A.
- III. 70. Blindramme etter rensing, samt tilsetning av vulst langs kantene og to nye kiler.
- III. 71. Oversikt over utførte retusjer.

Vedlegg:

- Vedlegg 1. Oversikt over prøveuttak og pH-målinger av maleriets bakside
- Vedlegg 2. Oversikt over prøveuttak og XRF-målinger på maleriets framside.
- Vedlegg 3. Fiberanalyse i Polarisasjonslysmikroskop.
- Vedlegg 4. Tverrsnitt av fargestrukturer.
- Vedlegg 5. SEM-EDS-analyseresultater
- Vedlegg 6. SEM-EDS mapping.
- Vedlegg 7. XRF-spektra.
- Vedlegg 8. FTIR-resultater

Tabeller:

- Tabell 1. Fargestrukturtabell.
- Tabell 2. Krympetest.
- Tabell 3. Test for ulike dubleringsløsninger.
- Tabell 4. pH av fargelag
- Tabell 5. Rensetester og oppskrifter for rensemidler
- Tabell 6. LUX og UV-målinger i Valstads atelier
- Tabell 7. RF og temperaturmålinger fra februar til desember 2013
- Tabell 8. Oversikt over utførte undersøkelser.
- Tabell 9. Oversikt over utførte behandlinger.
- Tabell 10. Oversikter over konserveringsmaterialer benyttet i behandlingen.

1. Innledning

Dette masterprosjektet omhandler undersøkelser og konservering av et usignert oljemaleri på lerret som kan ha blitt malt i Italia på 1600- eller 1700-tallet (ill. 1 og 2). Maleriet har et religiøst motiv og gjengir Maria, Josef og Jesusbarnet, og blir dermed omtalt som *Den hellige familie* i oppgaven.

Maleriet er en del av Valstadssamlingene og er til vanlig utstilt i Otto Valstads atelier på Asker Museum (ill.5). Asker Museum forvalter Otto og Tilla Valstads innsamlede kunst- og kulturgjenstander, egenproduserte kunstverk og eiendom som ble testamentert til Asker kommune i 1949 (Mamen 1999: 25). *Den hellige familie* ble med stor sannsynlighet innkjøpt av Valstad i Italia på en stipendreise i 1903 (Horgen pers.kom. 21.08.2013).

Maleriet har fast plassering øverst på yttergavlveggen i atelieret. Her har det hengt siden Asker kommune overtok eiendommen i 1949 (Benterud pers.kom. 08.11.2013) (ill.5). Atelieret ble bygget av Valstad i 1907 som et tilbygg til den opprinnelige hovedbygningen fra 1850-årene (Mamen 1999: 20) (ill.6). Det er ingen kontroll av innneklimaet annet enn at rommet blir varmet opp med en elektrisk ovn i vinterhalvåret og at det østvendte hovedvinduet er beskyttet av en UV-blokkerende film (Horgen pers.kom. 21.08.2013).

Da *Den hellige familie* ankom konserveringsatelieret i 2013 var maleriet ikke spent opp, men klebet til blindrammen. Monteringen var ikke ideell, bukler hadde oppstått og det var dårlig heft mellom lerretet og blindrammen (ill.18). Maleriunderlaget var enkelte steder svært nedbrutt, og flere av lerretstrådene hadde røket (ill.40). Motivet var preget av fargeavskallinger ned til grundering og bunnmateriale, spesielt langs kantene, men også i områder i hovedmotivet. En vertikal bretteskade tvers gjennom motivet var spesielt iøynefallende (ill.1). Maleriets motivside var svært skitten og støvete og preget av nedbrutt ferniss, noe som hadde markant effekt på fargene i motivet (ill.56).

1.1. Hovedmål og problemstilling

Den hellige familie er både et museumsverk med en utstillingsfunksjon og et historisk dokument med flere behandlingsregimer. I masterprosjektet har det vært ønskelig å undersøke og ta hensyn til begge aspektene. Det har vært et mål å identifisere maleriets originale materialer, kartlegge skade og behandlingshistorikk samt å vurdere kunstverkets tilstand.

For det første ville en materialforståelse gjøre det mulig å plassere maleriet i en historisk og kunstteknologisk kontekst, og dermed antyde maleriets datering og proveniens. En oversikt over tidligere behandlinger, skader og nedbrytning ville kunne belyse i hvilken grad maleriet har forandret seg siden det ble malt. Det var ønskelig å drøfte mulige årsaker for skader og

nedbrytning samt konsekvenser av disse. For det andre var en oversikt over materialene og deres tilstand helt avgjørende for å bestemme maleriets behov for behandling, samt å vurdere egnede stabiliseringsprosedyrer.

De klimatiske målinger jeg har fått anledning til å utføre i Valstads atelier har utgjort et viktig fundament i oppgaven. Målingene gjorde det mulig å belyse mulige årsaker til nedbrytning, samt å planlegge en langsiktig bevaring av maleriet, tilpasset omgivelsene og maleriets plassering i utstillingsrommet.

Det har vært to hovedmålsetninger for konserveringsbehandlingen. Først og fremst var det ønskelig å foreta en ny oppspenning og en strukturell forsterkning av det nedbrutte lerretsunderlaget for å forlenge maleriets levetid som utstillingsgjenstand i museet. Et viktig mål for den strukturelle behandlingen var å velge behandlingsinngrep som vil bidra til fremtidig stabilitet i det bærende underlaget i de ukontrollerbare museumsomgivelsene.

Samtidig var det ønskelig å gjøre maleriets motiv mer visuelt tilgjengelig for betrakteren. Dette innebar planering av maleriunderlaget, samt rensing av smuss og nedbrutte fernisser og påføring av ny ferniss for metning av oljefargene. Motivet var preget av omfattende fargeavskallinger. Det var relevant å diskutere hvilke skader som er estetisk akseptable og hvilke som burde visuelt reintegreres i motivet.

1.2. Oppgavens oppbygging

Innledningsvis presenteres oppgavens hovedkilder, det litterære rammeverket og de tekniske undersøkelsesmetodene i kapittel 2. Dette utgjør grunnlaget for resultater, diskusjoner og avgjørelser i prosjektet. I kapittel 3 gis en kort presentasjon av maleriets historiske kontekst, der særlig litteratur om motivforlegg har vært i fokus. Resultatene av analysene av *Den hellige families* originale bunnmaterialer, prepareringslag og fargestrukturer, samt kunstnerens maleteknikk drøftes i kapittel 4. Kapittel 5 redegjør for maleriets behandlingshistorikk og sekundære materialer. I kapittel 6 gjennomgås maleriets tilstand før behandlingen i 2013 og 2014. Opplysningene fremstilt i de øvrige kapitlene utgjør grunnlaget for valg og utførelse av behandlinger som diskuteres inngående i *kapittelet* 7. Anbefalinger om ettervern og oppsummerende bemerkninger fremlegges i kapitlene 8 og 9.

Til slutt følger en litteraturoversikt, samt fotografiske vedlegg, analysespektra og fargestrukturtabell. I tillegg er det vedlagt lister over utførte undersøkelser, behandlinger og anvendte konserveringsmaterialer. Alle behandlinger er fotodokumentert med Canon EOS 1000 D digitalt speilreflekskamera.

2. Metodikk

2.1. Kildegrunnlag og teoretisk rammeverk

Masteroppgaven er et gjenstandsbasert forskningsprosjekt, og resultater av undersøkelser av *Den hellige familie* ble ansett som oppgavens primærkilde.

For å plassere maleriet i en historisk kontekst ble sekundære kilder oppsøkt. Opplysninger om maleriets tilkomst til Valstad-samlingen ble innhentet i Asker Museums protokoll, utstillingskataloger samt samtaler med museumskonservator Randi Horgen og Ulf Benterud. Det ble i tillegg foretatt litteratursøk om motivforlegg.

Etiske yrkesretningslinjer utgjør rammeverket for alle analysemetoder og behandlingsforslag i oppgaven. For en generell forståelse for materials sammensetning og nedbrytning ble det gjort søk i publisert empirisk forskning i konserveringslitteraturen.

Klimatiske målinger av omgivelsene i Valstads atelier var vesentlige for å kunne vurdere langsiktige stabiliseringstiltak av *Den hellige familie*. I tillegg var utgitte konserveringsrapporter og empiriske aldringstester av konserveringsmaterialer et viktig utgangspunkt for å overveie ulike behandlingsalternativer. Også praktiske tester av konserveringsmidler utført på testmalerier var avgjørende for valg av behandlinger.

2.2. Redegjørelse for og analyserekkefølge

Det var et mål å innhente relevant informasjon på en måte som innebar minimale endringer i maleriet. Visuelle teknikker som ikke omfattet direkte kontakt med malerimaterialene, om observasjon i ulik belysning og med forstørrelsesredskaper, fotoanalytiske metoder og stråleteknikker, innledet dermed prosjektet.

Det ble også benyttet enkelte mikroinvaderende metoder, som vil si undersøkelser utført direkte på maleriet eller uttak av mikropøver for videre instrumentelle analyser. Parallelle undersøkelsesmetoder vil kunne gi mer nyanserte og pålitelige resultater (Wouters 2006: 14-18). Prøveuttak innebærer imidlertid irreversible, mikroskopiske endringer i et maleri (2006: 14-18). Det var derfor vesentlig å preparere prøver som kunne benyttes til flere undersøkelser for å begrense inngrep i originale materialer til et minimum. Mikrodestruktive analyser der prøvematerialet destrueres og ikke kan benyttes i andre analyser ble anvendt minimalt.

2.3. Undersøkellesmetoder

2.3.1. Otto Valstads atelier

Asker Museum ble besøkt månedtlig fra februar til desember 2013. Dette gav anledning til å utføre kvalitative undersøkelser av maleriets utstillingsplass og belysningen i rommet ved ulike årstider og tider på døgnet. Museumskonservator Randi Horgen bidro med bygningstekniske opplysninger (21.08.2013).

Det ble også gjort kvantitative målinger av omgivelsene i Otto Valstads atelier ved kontinuerlig overvåkning av relativ luftfuktighet (heretter RF) og temperatur med termohygrograf fra februar til desember 2013 (tabell 7).¹ Ifølge Cassar er det gunstig å utføre klimamålinger over lengre perioder som dekker årstidsvariasjonene (1995: 69-70). Termohygrografen var plassert ved samme vegg som maleriet normalt er utstilt (ill.5.). Månedlige på-stedet-målinger med håndholdt, digital RF-og luxmåler ble utført for kalibrering av termohygrografen og for å registrere lysnivåene der *Den hellige familie* vanligvis henger (tabell 6 og 7).² Resultater fra RF-og lysundersøkelser i atelieret, gjort av masterstudenter i 2011, var også relevante i dette prosjektet.

Klimatiske målinger i Valstads atelier var nyttige for å kartlegge omstendigheter som kan ha medvirket til aldringsprosesser i maleriet. Empirisk forskning tilsier at store variasjoner i RF- og temperaturnivåer, kan ha dramatisk effekt på maleribestanddelenes kjemiske struktur, fysiske styrke og belastningsmotstand (Hedley 1988: 137-141, Young 1999: 84, Mecklenburg 2005). Lys og luftforurensing katalyserer oksidering og hydrolysereaksjoner som forårsaker kjedesplitting og tverrbindinger og endrer materialets kjemiske komposisjon (Rizzo og Burnstock 2002: 49-50 (Tétreault 2004: 28). Grunnet oppgavens begrensning ble det ikke gjort målinger av støv og forurensninger i luften, selv om dette er sannsynlige nedbrytningsfaktorer.

Maleriet har hengt i Valstads atelier siden atelierpåbygget ble reist i 1907, og dets tidligere historie og omgivelser er ikke kjente. Klimamålingene i 2013 representerer kun de klimatiske forholdene i et begrenset tidsrom og kun utvalgte omgivelsesfaktorer. De vil dermed ikke kunne forklare alle nedbrytningsmekanismer, som er resultat av komplekse, gradvise reaksjoner som har pågått i århundrer. En innsikt i variasjonsspennet for RF, temperatur og lysnivåer gav imidlertid et utgangspunkt for å kunne foreta gjennomtenkte valg av konserveringsmidler, samt for å gi relevante anbefalinger for langsiktige bevaringstiltak.

¹ Lambrecht 252 termohygrograf ble benyttet og har ifølge datablad en nøyaktighet på $\pm 3 \%$ og $\pm 0,3 ^\circ\text{C}$.

² Lux- og UV-målingene av lyset i rommet var ikke kontinuerlige slik RF/temp-overvåkingen var og ble målt med Elsec 765 lightmeter Standard ST 1300. RF og temperatur ble kontrollmålt med Novasina ms1.

2.3.2. Originale materialer

2.3.2.1. Malerilerret

Visuelle undersøkelser

Malerilerretet var tilgjengelig for undersøkelser fra maleribaksiden og i fargeavskallinger på motivsiden. Dermed var det mulig å studere underlagets trådtetthet og tråddykkelse med arbeidsmikroskop (8-100x) og Dino-Lite (50-200x).³ Maleriunderlaget består av to sammensyddde lerretstykker, og det var ønskelig å sammenligne de to lerretene for å identifisere om det var en opprinnelig sammenføring eller om den var utført i senere tid.

Et malerilerrets vevsmønster er interessant i forbindelse med underlagets produksjon og datering (Hedley, Villers og Mehra 1980: 50). I tillegg tilsier utgitte forskningsresultater at lerretets vevsgeometri og trådkarakteristikk er avgjørende for maleriunderlagets fysiske styrke og mekaniske egenskaper, samt dets respons på svingninger i omgivelsene og konserveringsmidler (Hedley 1989: 113-114, Bilson 1996: 245-247, Young 1999: 88-90).

Mikroinvaderende prøveuttak

Fiberidentifikasjon i polarisasjonslysmikroskop (PLM)

For identifikasjon av lerretsmaterialet ble én horisontal og én vertikal lerretstråd, begge på 2 cm, fjernet fra maleriets øvre og høyre sidekant (L1 og L2, vedlegg 1). To prøveuttak, begge på 1 cm ble også foretatt av lerretsremsen (L3 og L4, vedlegg 1). Uttakene ble vurdert som nødvendige mikrodestruktive inngrep i originalerretet. Ulike fibertyper har forskjellig kjemisk struktur, som vil være med på å avgjøre underlagets mekaniske og hygroskopiske egenskaper (Hedley 1989: 113-114). I kombinasjon med vevsopplysninger ville en mulig fiberidentifikasjon kunne øke forståelsen for lerretets tredimensjonale oppførsel og tilstand, og være relevant informasjon for valg av strukturell forsterkning. Det er ikke uvanlig at tekstiler består av ulike fibertyper, Greaves og Saville anbefaler derfor å undersøke både rennings- og innslagstråder (1995: 5-6).

Trådprøvene som ble fjernet sto ut av lerretsveven og hadde ikke lengre noen bærende funksjon i maleriunderlaget. Enkeltfibre ble skilt fra hver lerretstråd med skalpell og preparert på objektglass i 50:50 glyserol og destillert vann.⁴ Fibertrådene ble studert i lengderetning under PLM (40-630x) med gjennomfallende og polarisert lys.⁵ Metoden gjør det mulig å observere fiberens overflatemorfologi og indre struktur (France 2005: 6).

³ Dino-Lite er et håndholdt mikroskop med kamera (50-200x). Arbeidsmikroskopet er montert på fot (8-100x). Når det refereres til mikroskopene senere i oppgaven er det disse forstørrelsene som gjelder.

⁴ Denne monteringsløsningen er anbefalt for et klart mikroskopisk bilde. Fordi fibre og monteringsvæsken har ganske lik, men ikke identisk lysbrytningsindeks, vil fiberens overflate og indre struktur være godt synlige i mikroskopet (Catling og Grayson 1998: 6, Barnett 2004: 6).

⁵ Leica DM2500 Polariseringmikroskop (40-630 x).

Bastfibre observert i lengderetningen er ofte vanskelige å skille fra hverandre (von Bergen og Krauss 1942: 27). Derfor ble det også preparert tverrsnitt av de samme trådene (L1 og L2, vedlegg 1), etter platemetode beskrevet av Greaves og Saville (1995: 39-40). Tverrsnittene ble observert i gjennomfallende og reflektert lys, og fibrenes cellevegger og cellekjerne kunne studeres. Mikroprøvene ble sammenlignet med referansefibre preparert ved konserveringsstudiet, samt foto i litterære og nettbaserte kilder (von Bergen og Krauss 1942, Greaves og Saville 1995, *The Fiber Reference Image Library*).

Fibervridning etter fukting

Mikroskopiske undersøkelser av vegetabiliske fibre baseres på fibrenes visuelle egenskaper og observatørens evne til å gjenkjenne karakteristiske trekk. En mikroskopisk identifisering er med andre ord en subjektiv bestemmelse som krever erfaring (Weiner mfl. 2003: 59). Weiner mfl. beskriver en enkel metode for å undersøke fibrenes respons på fukting og opptørking, som kan være et verktøy for å skille mellom bastfibre som ellers er vanskelige å se forskjell på. Hamp og lin har ulik orientering på fibrillene i fibrene. En fuktet linfiber som festes i en ende og plasseres med den frie enden mot betrakteren, vil ifølge Wiener mfl. vris i klokkeretningen når den tørker, mens en hampfiber vil vri seg i motsatt retning (2003: 60-61).

En fibervridningstest er mikroinvaderende, men fordi den kun krever en enkelt fiber, var det mulig å utføre undersøkelsen på to lerretstråder, som også ble brukt til fiberidentifikasjon (L1 og L2). Lerretstråden ble gjennomfuktet i destillert vann. Deretter ble en fiber skilt fra tråden og festet i en ende med en treklype, slik at den løse enden sto 1,5 cm ut fra klypen. Klypen ble plassert på en kokeplate på 80° C, og fiberens vridning ble observert.

2.3.2.2. Limdrenking

For å vurdere om lerretrådene var limdrenket ble det benyttet stereomikroskop og Dino-Lite fra maleriets bakside og i fargeavskallinger på framsiden.

2.3.2.3. Grundering, undertegninger og fargestrukturer

Unn Plahter understreker at maletekniske undersøkelser både bør innebære studier av fargenes modellering og påføringsrekkefølgen av grundering og fargelag, samt identifisering av material-sammensetningen i de ulike fargeområdene (1987: 46-47). Disse opplysningene er ikke bare av historisk og kunstteknologisk interesse, men er også relevante for å vurdere aldringsmekanismer som krakeleringsmønstre og endrede farger, som er et resultat av de ulike materialenes kjemiske og mekaniske samspill (van Eikema Hommes 2004: 1, Mecklenburg 2005).

En detaljert oversikt over hvert enkelt fargeområde i *Den hellige familie* er beskrevet i strukturtabellen (tabell 1). Utgangspunktet for tabellen er Unn Plahters modell for fargebeskrivelse fra 1987, et system opprinnelig innarbeidet av Paul Coremans ved *Institut Royal du Patrimoine Artistique* i Brussel. Hvert fargeområde i maleriet har fått et individuelt navn og nummer. De ulike fargeområdenes modellering, stratigrafi, utseende i fotoanalytiske opptak og elementanalyse med XRF og SEM er ført inn i separate kolonner.

Visuelle metoder

Studier av grunderingen og fargelagene ble innledningsvis gjort med det blotte øye og ved hjelp av arbeidsmikroskop og Dino-Lite. Sidebelysning tydeliggjorde maleriets overflatetekstur. Undersøkelsene la et antagelsesgrunnlag for kunstnerens maletekniske utførelse, lagvise fargeoppbygging, bindemiddel og pigmentbruk. De visuelle undersøkelsene var derimot ikke tilstrekkelige for å identifisere malematerialer og fargenes fullstendige lagstrukturer.

Fotoanalytiske analyseteknikker med Artist multispektralkamera

For et innsyn i egenskaper som ikke var tilgjengelige fra malerioverflaten, ble det foretatt fotoanalytiske opptak av maleriet med Artist multispektralkamera (ill.16,20,21). Apparatet kan ta fotoopptak ved elektromagnetiske bølgelengder på 300-1100 nm. Dette omfatter det nære ultrafiolette-, det synlige og det nære infrarøde spektrumet (Art-innovation 2009).

Fordi fargelag absorberer lite infrarød stråling i motsetning til karbonbaserte undertegninger, kan nærinfrarødt reflektografi brukes for å undersøke eventuelle karbonholdige undertegninger i maleriet (Stuart 2007: 73). Dersom undertegningene er påført med pigmenter som er transparente i infrarød stråling vil de imidlertid ikke identifiseres med denne teknikken (Taft og Mayer 2000: 125-127).

Infrarødt falskfarge-foto (FFIR) ble benyttet til å tydeliggjøre fordelingen av pigmenter i motivet. Teknikken sammenslår informasjonen fra enten IR 1 eller IR 2 med det synlige spektrumet. Fargene endres systematisk fra de ulike spektralområdene, og et fotografi med falske farger oppstår (Art-innovation 2009). Enkelte fargeoverganger i maleriet var uklare i normal belysning, disse ble visuelt tydeligere i FFIR-fotoet (ill.20). Moon mfl. har gjort en systematisk studie av ulike pigmenters fargeframstilling i FFIR (1992). Dermed kan FFIR i noen tilfeller benyttes til å skille pigmenter fra hverandre. Det understrekes riktignok i artikkelen at de falske fargene kan variere med ulike kamerainnstillinger og at fargeoppfatninger er subjektive (1992: 45). Dermed ble FFIR kun benyttet som et utgangspunkt for videre undersøkelser.

Radiografi

Røntgenopptak av *Den hellige familie* var et egnet redskap for et innblikk i maleriets kjemiske bestanddeler (ill.19).⁶ Et røntgenfotografi visualiserer hvordan røntgenstrålene i ulik grad evner å penetrere de forskjellige malerimaterialene. Materialenes kjemiske innhold, atomvekt og struktur avgjør om røntgenstrålingen går gjennom eller blir absorbert av materialet (Mairinger 2004: 55). Pigmenter som inneholder grunnstoffer med høy atomvekt absorberer røntgenstråler og framstår som hvite i røntgenbildet (Stuart 2007: 77-80). Røntgenopptaket av *Den hellige familie* ble derfor særlig benyttet til å studere fordelingen av tungelement-holdige pigmenter, som blyhvitt, og organiske farger som ikke absorberer røntgenstråler. Røntgenfotoet fremhevet penselføringer i billedkomposisjonen som var utydelige i normal belysning, fordi strålingen trengte gjennom overliggende smuss og organiske fargelag (ill.47).

Fotoanalytiske teknikker som infrarødt fotografi, falskfargeopptak og radiografi, krever ikke fysiske inngrep i malerimaterialene og gir samtidig en kontekstuell og visuelt lesbar informasjon (Schreiner med flere 2004: 2). Det finnes derimot materialer som ikke gir en synlig respons på de ulike formene for stråling. Teknikkene kan kun benyttes som en indikasjon på materialer i maleriet og ikke som en sikker identifikasjon av maleriets kjemiske bestanddeler.

Røntgen fluorescens (XRF)

Det ble foretatt XRF-analyser av 22 fargeområder i maleriet for å danne en oversikt over kjemiske grunnstoffer i maleristrukturen (vedlegg 2).⁷ I en XRF-undersøkelse utsettes maleriet for en konsentrert stråle høyenergifotoner som igangsetter elektronoverføringer i atomorbitaler. I prosessen oppstår det energioverskudd i form av fluorescens, som registreres av en detektor i XRF-apparatet og blir oversatt til et spektrum (Stuart 2007: 234-236). Hvert grunnstoff har karakteristiske energidifferanser mellom de ulike orbitalene, og dermed kan tolking av utslagene føre til identifisering av grunnstoffene som er til stede (Hochleitner mfl. 2003: 643-644).

Teknikken er fordelaktig fordi den gir en rask identifisering av kjemiske elementer, *in situ* uten at maleriet håndteres eller at det blir tatt mikrodestruktive prøveuttak. XRF-målinger er imidlertid punktundersøkelser og gir kun kvalitativ informasjon om kjemiske elementer til stede i det avgrensede området som det blir gjort målinger av. Kvantum, stratigrafi og molekylsammensetning kommer ikke fram i XRF-analysene (Chiari og Sarrazin 2008: 2). Fordi ulike pigmenter kan inneholde de samme grunnstoffene, kan XRF-resultatene være tvetydige, og de kan ikke benyttes til nøyaktig identifisering av hvilke pigment som er brukt i maleriet.

⁶ Røntgenopptaket ble gjort med GE Inspection Technology portabelt røntgeninstrument, med penetreringsenergi på 40kV, en stråleintensitet på 1,50 mA og 50 sekunders eksponeringstid.

⁷ XRF-analysene ble utført med en håndholdt Niton XRF-pistol, og resultatene ble omgjort til spektra med programvaren Niton Data Transfer Alpha 7.1.

Mikroinvaderende metoder

Tverrsnitt studert i polarisjonslysmikroskop (PLM)

For å oppnå en forståelse for maleriets lagvise fargeoppbygging, samt mulighetene for en mer presis elementanalyse, ble det besluttet å foreta tverrsnitt fra et blått parti i Marias kappe (T1, vedlegg 1 og 4) og fra et sort fargelag i lerretsremsen (T3, vedlegg 1 og 4). Det var særlig ønskelig å sammenligne påføringsrekkefølgen av grundering og fargelag i maleriets hovedlerretet med fargeoppbygging i lerretsremsen, da dette ville gi et bedre grunnlag for å avgjøre om lerretsskjøten var original eller en sekundær tilføyning.

Et tverrsnitt av en fargestruktur kan studeres under lysmikroskop og slik gi en visuell framstilling av fargenes lagpåføring og pigmentfordeling. I tillegg kan tverrsnittet benyttes til spektroskopiske teknikker for identifisering av pigmenter og bindemiddel (Tsang og Cunningham 1991:166, van der Weerd mfl. 2003: 716). Informasjonen er imidlertid kun gyldig for et svært lite område av maleriet (Plesters 1956: 110).

Tverrsnittene ble tatt fra områder der det allerede var avskallinger. De ble fjernet med skalpell under arbeidsmikroskop og preparert mellom to perspexplasttærninger med Cyanoakrylat-lim. Perspexplasten har den fordel at de gulner og krymper i mindre grad enn støpte epoxytærninger. Fordi prøveuttak innebærer å fjerne originalt materiale fra maleriet, var det vesentlig å preparere holdbare prøver som kan analyseres med ulike teknikker og som også kan tas i bruk av Asker Museum ved fremtidige analyser. Etter sliping av perspextærningene ble prøvene observert i polarisasjonslysmikroskop (50-500x) med mørkefelt innstilling, i reflektert lys og UV-belysning.

Sveip-elektronmikroskop med energidispersiv røntgenanalysator (SEM-EDS)

Det ble det foretatt SEM-EDS analyser av det blå tverrsnittet fra Marias kappe (T1, Vedlegg 1, 5 og 6), for å gjøre grunnstoffanalyser, samt for å undersøke fargeprøvens overflatetopografi i høy forstørrelse og oppløsning.⁸ Fordi tverrsnitt preparert i perspexplasttærninger i utgangspunktet er dårlige elektriske ledere, ble snittet dekket med et karbonlag. I SEM-undersøkelser blir prøven skannet med en konsentrert elektronstråle. Elektroner i prøven påvirkes slik at ulike signaler oppstår, som registreres og analyseres av en detektor (Stuart 2007: 91-94). SEM-mikroskopet gir mulighet for detaljerte mikroopptak av prøvens topografi i opptil 300000 ganger forstørrelse (JEOL JSM-840). SEM-mikroskopet er koblet til et energispredningsspektrometer (EDS) som analyserer røntgen-fluorescens i de ulike elementene i tverrsnittet, som igjen gjøres om til et EDS-spektrum. Hvert kjemisk element har en unik atomstruktur, som gir karakteristiske topper i røntgenspektrumet (Stuart 2007: 91-94). Ved hjelp av det mikroskopiske bildet kunne nøyaktige områder i det blå tverrsnittets lagstruktur markeres for EDS-spektroskopi.

⁸ Det ble benyttet Jeol 840 Sveip-elektronmikroskop.

Fourier Transform Infrarødt spektroskopi (FTIR)

Det ble utført FTIR-analyse av en skrapeprøve fra det nedre grunderingslaget (IR1, vedlegg 1 og 7), samt av et mikroavskrap fra et hvitt fargeområde i Mariafigurens drakt (IR2, vedlegg 1 og 7). FTIR kan benyttes for å identifisere den kjemiske strukturen i et prøvemateriale. IR-stråling fra apparatet virker på prøvematerialet og skaper kovalente bindingsvibrasjoner i atomene, som gir utslag som ulike bånd i FTIR-spektrumet (Stuart 2007: 110). Båndene som oppstår avhenger av bindings-vibrasjonene mellom grunnstoffene. Posisjonen og formen på båndet i spektrumet kan benyttes til å identifisere molekyler, og ikke kun grunnstoffene tilstede (Derrick mfl. 1999: 82-83).

FTIR kan potensielt benyttes for å identifisere karakteristiske absorpsjonsbånd for enkelte pigmenter, fyllmaterialer, samt tilstedeværelsen av proteiner, oljer og harpikser i bindemidler (Taft og Mayer 2000: 172-173). Det er imidlertid viktig å påpeke at en FTIR-analyse ikke alltid vil identifisere et organisk bindemiddel i pigment- og bindemiddelforbindelser. Dette gjelder særlig dersom det er små konsentrasjoner bindemiddel sammenlignet med pigmentandelen (Derrick mfl. 1999: 120). Den relative intensiteten for det sterkeste absorberingsbåndet avhenger av faktorer som dipolmoment og bindingsstyrke i hver komponent (1999: 120). Tolkning av spektrene krever en referansedatabase, slik at spektrene kan sammenlignes med kjente stoffer. Mange bindemidler blir mer sammensatte med alderen grunnet tverrbindinger, oksidering og kjedesplitting, noe som gjør at FTIR-spektra av aldrede materialer kan være ulike spektra for ferske materialer som finnes i referansedatabaser (Pilc og White 1995: 74).

2.3.3. Sekundære materialer

2.3.3.1. Sekundære pyntelister og blindramme

De sekundære pyntelistene og blindrammen ble observert visuelt med det blotte øye og med stereomikroskop for materialidentifisering og fargeoppbygging. I røntgenopptak var det mulig å observere plassering og størrelse på metallspikere som festet konstruksjonen sammen (ill. 19).

2.3.3.2. Sekundær oppklebing til blindramme

Det var ønskelig å identifisere klebemiddelet som festet alle lerretssidene til blindrammen for å forstå monteringen, samt for å avgjøre hvordan lerretet trygt kunne tas av blindrammen. Limet var mulig å observere med Dino-Lite mellom lerretstråder. I UV-belysning var limets fluorescens synlig på lerretet og på blinddrammelistene. Ifølge Nel kan ulike limtypers fluorescens gi en generell antydning, men ikke en spesifikk identifisering av limtype (2007: 30). Løseligheten til limrester på venstre blinddrammelist ble undersøkt med bomullspinne fuktet med lunkent vann. Reaksjonen ble observert under mikroskop og i UV-belysning (ill. 34).

Da klebemiddelet var et sekundært materiale, ble det foretatt FTIR-analyse av en mikroavskrapning fra venstre blindrammelist (IR3graf.14). Det ble i tillegg utført en destruktiv, kjemisk biuret-test av den samme prøven. Odegaard mfl. beskriver en enkel metode (biuret-test) der prøven først tilsettes en dråpe kobbersulfatløsning og deretter en dråpe NaOH. En umiddelbar, synlig fargereaksjon skjer dersom limprøven inneholder protein (2000: 144-145).

2.3.3.3. Tidligere dublering?

Lerretsavtrykk i fargelag gjorde det mulig å anta at maleriet hadde gjennomgått en tidligere dubleringsbehandling. Det ble gjort trådtelling av avtrykkene i fargelagene for å vurdere om de kunne stamme fra det originale lerretet eller et sekundært dubleringslerret.

Originallerretet ble observert under stereomikroskop og Dino-Lite fra baksiden for eventuelle rester etter et tidligere dubleringsklister. Tradisjonelt har klister av animalsk lim og hvetestivelse eller voks blitt benyttet som dubleringslim (Ackroyd 1998:13-16). Absorpsjonsbånd for protein, stivelse eller voks i et FTIR-spektrum kan indikere rester av et dubleringsklister. Da dette potensiellte klisteret var tydelig nedbrutt, i tillegg til at maleriunderlaget var preget av ferniss som hadde trengt ned i lerretet var det imidlertid vanskelig å preparere en ren prøve og FTIR-resultatene ble ansett som ugyldige.

2.3.3.4. Sekundære fernisslag

UV-belysning var et egnet hjelpemiddel for å studere maleriets sekundære ferniss (ill.21).⁹ Fordi stråleenergien fra en UV-lampe igangsetter reaksjoner i malerimaterialer, vil noen materialer sende tilbake overskuddsenergi i form av fluorescens, farge og styrke avhengig av deres kjemiske egenskaper (de la Rie 1982: 2). Dermed kan materialer som er gjennomsiktige i normal belysning, som ferniss, bli svært tydelige i UV-belysning. Fargen på fluorescensen kan angi om fernissen består av naturlig forekomne harpikser, da disse har en karakteristisk grønn fluorescens. Oksidering gjør at fargen blir mer intens jo eldre fernisslaget er (de la Rie 1982: 2, MacBeth 2012: 294-296). Dette var relevant både for å tidfeste fernisseringen og gi et antagelsesgrunnlag for fernisslagenes løselighet i forkant av rensebehandlingen.

Mangel på fluorescens i UV-belysning kan avsløre andre materialer, retusjering og lignende som er påført over fernisslag (MacBeth 2012: 294-296). UV-opptaket kunne dermed benyttes til å identifisere det som trolig var en sekundær etterliming av lerretet til blindrammen.

⁹ UV-fluorescens-fotografi ble gjort av malerioverflaten med Artist Multispektral kamera.

2.3.4. Tilstand

2.3.4.1. Pyntelister og blindramme

Pyntelistene og blindrammen ble studert visuelt med hodelupe og lommelykt for spor etter mugg og treborende insekter. Røntgenopptak ble benyttet til å undersøke om det var skader i treverkets indre struktur. UV-belysning ble benyttet for å studere rester etter lim og ferniss.

2.3.4.2. Bunnmaterialer

Gjennombelesning fra maleriets bakside gav en umiddelbar, visuell framstilling av ujevnheter, rifter og tynnslitte områder i maleriunderlaget (ill.17). Sidelys var egnet for å studere deformasjoner (ill.18). Forstørrelsesverktøy ble anvendt for studier av støv på lerretsbacksiden.

Mikroinvaderende metoder

Trådfolding

For å vurdere lerretstrådenes styrke ble det utført trådfoldetester av en renningstråd og en innslagstråd (L1 og L2, vedlegg 1), fra øvre og høyre lerretskanter, samt en innslagstråd og en renningstråd fra lerretsremsen (L3 og L4, vedlegg 1).¹⁰ Testene ble utført etter Oriolas metodebeskrivelser fra 2011 (Oriola mfl. 2011: 3): En individuell tråd ble foldet og presset mellom fingrene, brettet ut igjen, deretter brettet i motsatt retning. Det ble notert hvor mange foldinger tråden tålte før den ble brutt i to (2011: 3).¹¹ Trådfoldetesten er en rask og enkel undersøkelse av lerretstrådenes belastningsmotstand. Lerretets fysiske styrke er relevant for en ny oppspenning, strukturell forsterkning, håndtering og oppbevaring (France 2005: 3). Styrken til to enkelttråder fra lerretskantene er imidlertid ikke nødvendigvis representativ for resten av lerretstrådene, og det var hensiktsmessig å gjøre flere tilstandsundersøkelser.

pH-måling av vannekstrakt og med pH-indikatorstrips

Underlagets pH ble målt av et vannekstrakt av en lerretsprøve fra høyre lerretskant (L5), og kontrollundersøkt med pH-indikatorstrips på 12 områder av malerilerretets bakside (vedlegg 1).¹² Cellulosefibre nedbrytes gjennom oksiderings- og hydrolysereaksjoner som gjør lerretsfibrene surere og fører til kjedesplittings i polymeren (Rizzo og Burnstock 2002: 49-50). Dermed er lerretets pH-verdi en indikator på hvor dekomponert lerretet er (Strlič og Kolar 2005: 33).

Fargefaste pH-indikatorstrips har den fordel at de kan brukes direkte på lerretets overflate, de krever ikke et prøveuttak av originalerretet. Metoden ble utført etter Tses anbefalinger fra 2007:

¹⁰ Samme tråder ble også benyttet til fiberidentifisering under polarisasjonsmikroskop.

¹¹ 1 tilsvarer svært dårlig tilstand og 10 tilsvarer god tilstand (Oriola mfl. 2011: 3).

¹² Det ble benyttet Horiba B-212 TWIN kompakt pH meter og Merck pH indikatorstrips pH 4-7. pH-meter har en påstått feilmargen på ± 0.1 pH. pH-stripsene ± 1 pH.

en dråpe vann ble dryppet på lerretet.¹³ Etter 30 sekunder ble indikatorstripsen presset lett mot det fuktete området i ett minutt (Tse 2007: 10). Stripsene er kun relativt nøyaktige. Stripsindikatoren forandrer farge, og fargen skal sammenlignes med en tilhørende fargeskala. pH-bestemmelsen er basert på den visuelle sammenligningen testutføreren gjør. Kolorimetriske målinger gir kun en indikasjon og ikke en eksakt pH-verdi (Vuori og Tse 2004: 13-14).

Vannekstrakt av lerretet målt med pH-meter gir en numerisk pH-verdi, men krever et mikroinvaderende prøveuttak. Ifølge undersøkelser gjort av Vuori og Tse er vekten på prøvematerialet ikke avgjørende, så lenge forholdet mellom vann og prøvemateriale følger en anbefalt standardprosedyre (Vuori og Tse 2004: 4-5). I dette tilfellet ble det benyttet kanadisk målestandard der mengdeforholdet skal være 1g: 50 ml vann (CAN/CGSB 1980: ISO 3071). En lerretstråd på 0,07 g ble fjernet fra maleriets høyre kant (L5, ill.). Lerretsprøven ble lagt i en lukket mikrodispenser med 3,5 ml nøytralisert vann. Vannekstraktet ble målt med pH-meter etter 1 time og etter 24 timer og kontrollmålinger ble utført med indikatorstrips.

For at surhetsgraden til en lerretsprøve skal kunne være målbar i vannekstraktet, må helt bestemte faktorer ligge til rette. pH-meteret må kalibreres opp mot en kjent standardverdi før det brukes (Cheng og Zhu 2005: 209).¹⁴ Temperatur, ekstraksjonstid, forholdet mellom vann og lerretsprøve, ionestyrke på løsningen og forurensning i vannet er avgjørende omstendigheter (Vuori og Tse 2004: 4-5). Med så mange bestemmende faktorer var en presis pH-avmålning av lerretets faktiske pH utfordrende. I tillegg gav resultatene av pH-målingene indisier om kun et lite utsnitt av lerretet. Dersom pH-verdiene som ble oppnådd stemte overens med lerretets faktiske pH, var de likevel ikke nødvendigvis representative for hele maleriet.

2.3.4.3. Grundering og fargelag

Visuelle metoder

Fargeoppskallinger, krakeleringer og avskallinger i maleriet var synlige med det blotte øye, og omfanget ble tydeliggjort i sidebelysning og gjennombelysning (ill.17). Hvor langt ned i strukturen skadene gikk kunne studeres i arbeidsmikroskop og med Dino-Lite. I tillegg tydeliggjorde røntgenopptaket krakeleringsmønstre og fargetap ned til grundering, samt lerret som framsto som tydelige, sorte felter i tungelementholdige fargelag (ill.19).

¹³ Vannet ved konserveringsstudiet er noe surt, målinger tilsier en pH rundt 5,7. Vannet ble derfor nøytralisert på forhånd med Natrium bikarbonat til pH 7.

¹⁴ For en nøyaktig kalibrering bør bufferstandardene ligge innenfor et utvalgt område av pH-skalaen basert på den antatte surhetsgraden til lerretet. Dette innebærer å kunne anta på forhånd i hvilket pH-sjikt lerretet ligger (Cheng og Zhu 2005: 209). I dette tilfellet ble buffere med pH 4.1 og pH 7 benyttet.

3. Historisk kontekst

Den hellige familie er hverken signert eller datert. I Asker Museums protokoll er maleriet omtalt som italiensk (Valstad, museumsprotokoll). Valstad oppholdt seg i Italia og Spania på stipendreise fra 1902 til 1903 (Espinoza 2006: 11-12). Det er trolig i denne perioden *Den hellige familie* ble innkjøpt og brakt til Asker (Horgen, pers.kom. 21.08.2013).

Det ble ikke funnet andre skriftlige kilder om maleriets opphav eller tidligere eiere, og det var kun mulig å spekulere i når og hvor maleriet ble malt. I dette kapittelet presenteres maleriets historiske kontekst basert på litteratursøk om motivforlegg og stilistiske trekk.

3.1. Motivskildring

Maleriets motiv avbilder *Den hellige familie*: Maria, Josef og Jesusbarnet (ill.1). Jesusbarnet er komposisjonens sentrale skikkelse, han står på Marias fang og holder seg i hennes kjole. Han holder en kule i høyre hånd. Maria er fremstilt som en ung kvinne, sittende i halvprofil med hodet vendt mot betrakteren. Josef er en eldre mann med hvitt skjegg. Han står i bakgrunnen til venstre, og beskuer barnet som møter farens blikk.

3.2. Motivforlegg

Den hellige familie er malt etter et forlegg. Motivet er en gjengivelse av Annibale Carraccis kunstverk *La sacra famiglia con San Giovannino* ("*La Madonna di Montalto*"), et oljemaleri på kobber datert til 1598-1600 (ill.7). Originalmaleriet befinner seg i dag i *The National Gallery* i London. Maleriet var lenge ansett som tapt, men kom til rette i 2003 og ble etter undersøkelser anslått av National Gallery som en original Carracci (Keith 2008: 46). Kardinal Alessandro Peretti Montalto var den første eieren av Carraccis verk. Siden er maleriet registrert i flere romerske familier på 1700-tallet, samt i Archibell Campbell av Succoths eie i England fra 1854 til 1947 (Keith 2008: 53).

I Carraccis versjon er den hellige familie avbildet med den unge døperen Johannes som holder i Marias kappe og ser mot Jesusbarnet (ill.7). Han er ikledt kamelhårskappe og korsstav, som er døperens attributter (Christie 1973: 45). *Den hellige familie* er kuttet til langs alle sider, og er bemalt helt ut til kantene, noe som tyder på at maleriet i dag sannsynligvis er et utsnitt av et større motiv (ill.10.). Kanskje har også *Den hellige familie* opprinnelig avbildet døperen Johannes.

Det er ingen referanse i Bibelen til at Jesus og Johannes møttes som barn. Foreldrene skildres imidlertid sammen med Jesusbarnet ved flere anledninger. Ulike former for adorasjonsscener der barnet blir tilbedt av Maria alene, eller sammen med Josef og andre, har vært populære motiver siden middelalderen (Christie 1973: 52). Christie beskriver at slike tilbedelsesmotiver ofte er henlagt til friluft ved en ruin eller en klassisk arkitekturlisse, slik som er tilfellet i Carraccis

original (1973: 52) (ill.7). *Den hellige familie* kan også være en hvilescene fra flukten til Egypt, beskrevet i Matteus evangelium (Matt. 2:13).

3.3. Kunsthistorisk kontekst

Motivet gjenspeiler en italiensk, motreformatorkisk maletradisjon. Trentkonsilets bestemmelser fra midten av 1500-tallet vektla at billedkunstens religiøse motiver skulle bevege og opplyse menigheten og slik oppfordre til gudsdyrkelse (Posner 1971: 35-36). Finaldi hevder at framstillingen av Jesus, Maria og Josef, som den “jordlige treenighet”, der fokuset ligger på de nære, menneskelige familiebandene, var populært under den italienske motreformasjonen (2000: 48). Carracci var trolig inspirert av både forgjengere og samtidige kunstnere som Rafael, Michelangelo, Correggio og Tizian, som alle malte lignende *hellige familier* (Keith 2008: 52) (ill. 14, 15). Josef er avbildet som en eldre mann, stående i bakgrunnen, en tradisjon som følger blant andre Michelangelo, Andrea del Sarto, Correggio og Rafael (Wind 1948-52: 108-109) (ill.15). Ifølge Posner minner Jesusbarnet om Correggios fremstillinger og den symmetriske komposisjonen om de sene madonnaene til Rafael (1971: 85-86) (ill.14).

3.4. Gjenbruk av motiv etter Annibale Carracci

Det finnes flere malte og trykte kopier av Carraccis *La Madonna di Montalto* (Posner 1971: 43-44). British Museum i London huser seks trykte gjengivelser av Montalto-Madonnaen (ill. 8-13). Kopier, replikaer og varianter av populære motiver var svært vanlige i Europa fra 1500 og 1600-tallet. Å etterligne mesterverk var en vesentlig del av malerens utdanning (Bruyn et al. 1982: 13). Særlig framstillinger av Maria og Jesusbarnet var motiver som ofte ble gjengitt i de katolske landene (Lehmann 1996: 31-32). Boktrykkerkunsten og utviklingen av kobberstikkteknikken var viktige bidrag til at det også ble mulig å reproducere trykte versjoner av kunstverk (Hults 1996: 253-254).

Bellori nevner i *Vite* fra 1672 at Carraccis *Montalto Madonna* ble kopiert hyppig mens det hang i Montalto-villaen (Bellori sitert i Keith 2008: 54). Tekniske undersøkelser utført av National Gallery bekrefter at Carraccis maleri har synlige merker som trolig skyldes teknikker for å overføre motivet. En vanlig overføringsmetode var for eksempel å sverte figurkonturene med blekk eller kull, for deretter å presse over et oljet papir, slik at et speilvendt avtrykk festet seg til papiret (Keith 2008: 54). Motivet kunne deretter risses av på en kobberplate som ble benyttet til trykk. Motivets orientering kunne på denne måten varieres.

Fordi *Den hellige familie* er en speilvendt utgave av Carraccis motiv, er det sannsynlig at maleriet er malt etter et kobberstikk, og ikke etter det originale maleriet. I British Museum i London finnes

en speilvendt kobberstikk-versjon utført av Cornelius Bloemaert rundt 1638-45 (ill.9).¹⁵ Her finnes også andre stikk som kan ha vært prototypen for *Den hellige familie* (ill. 8-13).

Kunnskap om Carraccis motivforlegg og de trykte kopiene gjør det mulig å sette en viss tidsramme for når *Den hellige familie* ble malt. Maleriet kan ikke ha blitt malt tidligere enn Carraccis original fra 1598-1600. At det finnes eksempler på at motivet ble reproduisert allerede noen tiår etter at originalen ble malt, muliggjør at *Den hellige familie* kan ha blitt utført allerede i første halvdel av 1600-tallet. En etset versjon fra 1840-årene (ill. 13), tyder imidlertid på at Montalto-Madonnaen var et populært motiv i århundrer etter at det første gang ble malt.

Kobberstikkjengivelsene underbygger motivets popularitet og status som handelsvare og samleobjekt, også utenfor Italia. Trykkene som finnes i British Museum er utført av både italienske, tyske og nederlandske grafikere. Christie beskriver hvordan både kobberstikkere og malere ble engasjert av ulike europeiske fyrstehus, og reiste rundt i Europa, og særlig Italia, der de stakk etter populære mesterverk (Christie 1973: 94). Det var en tendens utover 1600-tallet mot maleriet som kommersiell handelsvare i det private kunstmarkedet, i mye større grad enn tidligere. Malerier på lerret var enklere å transportere enn panelmalerier på grunn av sin lette vekt og muligheten for sammenrulling, noe som forenklet frakt og salg (Sluijter 2009: 20-21). Dette indikerer at *Den hellige familie* ikke nødvendigvis er malt av en italiensk kunstner, selv om motivopphavet er italiensk og maleriet ble kjøpt inn i Italia.

3.5. Maleteknikk

Fargeutformingene i *Den hellige familie* representerer en materialøkonomisk og tidseffektiv maleteknikk, med tradisjonelle pigmenter, en dobbel rød grundering og få fargelag, som beskrives som typisk for 1600-tallsmalerier (van de Wetering 1997: 22, Dunkerton mfl. 1999: 286-288, van Eikema Hommes 2004: 12-14). Dette diskuteres mer inngående i kapittel 4.

¹⁵ Bloemaert bodde i Montaltovillaen og lagde trykk for familien på 1600-tallet (Filippo Baldinucci sitert i Keith 2008: 55). Ifølge National Gallery har kobberstikket så nøyaktige konturer i forhold til originalen at det trolig er en direkte overføring av motivet (Keith 2008: 55).

4. Originale materialer og teknikker

Et viktig delmål i masteroppgaven var å identifisere *Den hellige families* originale materialer og kunstnerens maleteknikk. I dette kapittelet drøftes opplysninger om originalmaterialene som har blitt innhentet med metodene beskrevet i kapittel 2.

4.1. Original blindramme og oppspenning

Malerilerretet mangler de opprinnelige oppspenningskantene, og det ble hverken observert hull etter tidligere oppspenning eller spor etter en opprinnelig blindramme. Det var heller ingen synlige avtrykk i fargelag etter en eventuell tverrlist på original blindramme.

4.2. Lerretsunderlag

Maleriunderlaget består av et stort og et mindre lerretstykke som er sydd sammen med en vertikal skjøt til venstre i maleriet (ill.36 og 37). Det totale formatet utgjør 61,5 cm x 51 cm, hvorav det største lerretstykket er 61,5 cm x 47 cm og det minste er en 4 cm bred remse langs venstre kant (ill.37). Enden på det største lerretstykket er brettet til side, og remsen er skjøtet på med enkle, skråsydde sting. Sømmen er synlig på motivsiden (ill.38).

van de Weterings studier av nederlandsk maleri fra 1600-tallet har demonstrert at det ikke var uvanlig å benytte to sammensydde lerretstykker som maleriunderlag (1997: 123-125). Praktiske hensyn som bredden på vevstolen avgjorde ofte maleriformatene. I tillegg kan to mindre lerretstykker ha vært et rimeligere alternativ til et sammenhengende lerret (1997:123-126). Ulik vevstetthet, farge og fiberegenskaper gjør det imidlertid mulig å anta at det kun er den største lerretsbiten som er original. Lerretsremsen vil bli diskutert i kapittel 5.

Hovedstykkets venstre kant er brettet til side på maleriets bakside der lerretsremsen er tilført (ill. 38), og utgjør det som trolig er den originale, venstre oppspenningskanten. Det ble ellers ikke observert oppspenningsgirlandere, jarekanter eller ombrettekanter etter en tidligere oppspenning, noe som tyder på at maleriunderlaget har blitt beskåret langs øvre, høyre og venstre sidekanter. Dette underbygges av at det er fargelag helt ut til lerretskantene (ill.1). Studier av motivforlegg gir en indikasjon på at det opprinnelige motivet har vært større, og at øvre, nedre og høyre lerretskant trolig er redusert med mer enn ti cm i hver retning (ill.10). Dersom områdene av motivet som finnes i forlegg, men som mangler i *Den hellige familie*, legges til, ville det totale formatet ha vært omtrent 103,3 cm x 81 cm. Medregnet oppspenningskanter ville originalerretet opprinnelig vært noe større.

Hovedlerretet er vevd i en åpen toskaftsbinding (ill.39). Veven har ujevn trådtetthet, og tykkelsen på trådene varierer i begge retninger (ill.39). Et gjennomsnitt av syv lerretsområder tilsier en trådtetthet på 9,75 horisontale tråder og 8 vertikale tråder per cm². Den tykkeste målte tråden er 1,13 mm og den smaleste målte er 0,27 mm. Mangel på jarekanter gjorde det vanskelig å identifisere hva som var renning og hva som var innslagstråder. Trådtelling tilsier imidlertid at veven statistisk sett har en mer konsekvent tetthet og jevnere tråddykkelse i horisontal retning (ill.39). Ifølge van de Wetering er dette mer typisk for renningstråder, som har vært festet i vevstolens hovler og hatt en fast avstand mellom seg under produksjon (1997: 99-100). Innslagstrådene har større mulighet for variasjon da tetthet og tråddykkelse avhenger av hvor hardt innslagstrådene blir banket sammen (1997: 99-100). Vevstetthet og tråddykkelse kan riktignok ha forandret seg som konsekvens av lerretsnedbrytning.

Lerretsfibre fra to prøveuttak av hovedlerretet (L1, L2, vedlegg 1 og 3) ble studert i PLM. Det var mulig å se tynne kryss og streker på tvers av fiberretningen (vedlegg 3). Tverrstrekene gir fibre en leddstruktur som er karakteristisk for bastfibere som lin, hamp og jute (Catling og Grayson 1998: 1-2). De oppstår som en følge av måten bastplantene vokser, eller de kan være en konsekvens av menneskelig bearbeiding etter innhøsting (1998: 1-2). Jutefibere, som har et høyere ligningsinnhold, er gjerne orientert i bunter og skiller seg slik fra lin og hamp (Mayer 2012: 323). Hamp- og linfibre er derimot nær identiske i fiberlengderetningen (Weiner mfl. 2003: 58).

Tverrsnitt av de samme trådene, observert i gjennomfallende lys, gjorde det mulig å studere fibrenes indre cellestruktur. Fibrene var polygonale med rette, markerte kanter (vedlegg 3). Ifølge Weiner mfl. er både hamp- og linfibre mangelkantede, men linfibre har gjerne skarpere kanter enn hampfibere, som er mer avrundede (2003: 58). Dette kan indikere at fibrene fra *Den hellige familie* er av lin. Lin har i tillegg små, runde cellekjerner, i motsetning til hamp, som ofte har avlange kjerner (2003: 58). Dybdeforskjeller i tverrsnittene gjorde at kun enkelte områder var i fokus i mikroskopet, og det ble utfordrende å avgjøre formen på cellekjernene.

Lerretsfibre fra begge trådene i hovedlerretet har visuelle karaktertrekk som er typiske for både lin og hamp. Det var imidlertid ikke mulig å bedømme nøyaktig hvilket materiale hovedlerretet besto av basert på fibrenes visuelle egenskaper i polarisasjonslysmikroskopet. Det ble derfor foretatt en vridningstest av fibre fra de samme trådene (L1 og L2). Begge fibrene vridde seg i klokke retningen under opptørking, en mekanisk egenskap som ifølge Weiner mfl. (2003: 60-61), kan tyde på at originalerretet er av lin og ikke hamp.

Å benytte lerret som maleriunderlag er en praksis som ble introdusert i Italia på 1400-tallet og som ble utbredt i Europa utover 1500-tallet (van de Wetering 1997: 91). Lerret var et rimelig og praktisk alternativ til panel, særlig i sjøfartsnasjoner som nord-Italia og Nederland, der lin også ble brukt i seilproduksjon (Dunkerton mfl. 1999: 270). Tekstiler benyttet i kunst ble hovedsakelig produsert til andre formål, som seilduk og sengetøy (van de Wetering 1997: 95). Fordi vevet lin gir et fint, elastisk og samtidig sterkt og holdbart materiale, er lerret av lin fremdeles et ettertraktet maleunderlag (Landi 1992: 22). Hamp kan spinnes på samme måte som lin, og ble først brukt til dette formålet på 1600-tallet (Hedley mfl. 1980: 50). Ifølge van de Wetering var det en tendens både i Italia og Nederland utover 1600-tallet å anvende stadig grovere vevde maleriunderlag, trolig fordi seilduk av økonomiske hensyn ble produsert med færre renningstråder (1997: 95-97). Det er altså ikke usannsynlig at kommersielle faktorer har vært avgjørende for at *Den hellige familie* er malt på et åpent lerret av lin.

4.3. Limdrenking

Det har historisk sett vært svært vanlig å preparere malerilerret med et isolerende lag av animalsk hud- eller beinlim før påføring av grundering og fargelag (Mecklenburg 2005). Limdrenking er et effektivt middel for å legge ned lerretsfibrene, fylle mellomrommene i veven og beskytte lerretet mot olje fra øvrige fargelag (Stols-Witlox 2012: 175). Det ble ikke identifisert limdrenkingslag over lerretstrådene i tverrsnitt (T1, T2), hverken i reflektert lys eller i UV-belysning i polarisasjonslismikroskopet (vedlegg 4). Det var mulig å observere grunderingsperler som har trengt gjennom den åpne lerretsveven enkelte steder på maleriets bakside (ill.42). Ifølge Villers kan dette være et tegn på at lerretet ikke er limimpregnert (1981: 6). Fordi fenomenet kun ble observert i få områder, og at grunderingen generelt har unngått å synke ned mellom lerretstrådene i den åpne veven er det imidlertid sannsynlig at lerretet er limdrenket.

4.4. Grunderingslag

Den hellige familie har en dobbel grundering bestående av et brunt lag med et rødt lag over (ill.43). Det nedre, brune grunderingslaget var synlig mellom lerretstråder fra maleriets bakside og i fargeavskallinger (ill.42 og 43). Det røde grunderingslaget kunne skimtes i avskallinger og krakeleringer i alle fargeområder, samt gjennom semitransparente fargepåføringer (ill.43 og 45).

Å preparere malerilerret med et eller flere dekkende grunderingslag før fargemodellering har hatt flere hensikter. Hovedsakelig vil grundering gjøre maleriunderlaget mindre absorberende og samtidig skape et jevnt, godt feste for de overliggende oljefargene (van Eikema Hommes 2004: 24). Det at maleriunderlaget i *Den hellige familie* har en svært åpen vev kan ha gjort det nødvendig å påføre to tykke grunderingslag for å tette og jevne ut teksturen i lerretet.

I tverrsnitt av lagstrukturene som ble tatt fra et blått fargeområde fra nedre, venstre del av Marias kappe (T1, vedlegg 1 og 4) var det mulig å se at hvert grunderingslag er mellom 100 og 250 μm og betraktelig tykkere enn både de blå og de sorte fargelagene, som er mellom 10-60 μm .

Der grundering er eksponert i fargeavskallinger framstår den som mørkegrå i røntgenopptaket (ill.19), noe som indikerer at grunderingslagene inneholder få røntgenabsorberende elementer. XRF-analyse gjort i fargeavskalling der både brun og rød grundering sto udekket, gav utslag for kalsium, silisium, jern, kalium og noe bly (X1, graf 1). De samme grunnstoffene ble også registrert i XRF-spektraene for de målte fargeområdene ellers i maleriet. SEM-EDS-analyser av blått tverrsnitt (T1, vedlegg 5), gjorde det mulig å spesifisere at silisium, kalsium, jern, kalium og aluminium, samt små spor av bly finnes i begge grunderingslagene (spektrum 4-6). FTIR-analyse av skrapeprøve fra det nederste grunderingslaget (IR1, graf 14) gav utslag for kalsiumkarbonat i referansedatabasen, som er hovedbestanddelen i kritt. I tillegg påviste et bånd rundt 1100-1000 cm^{-1} at det er silikatforbindelser i grunderingen. Fordi naturlige jordpigmenter gjerne inneholder mineraler som leire og kvarts, vil FTIR-spektra for okere og jordpigmenter ofte korrespondere med spektra for silisiumdioksid og silikater (Derrick mfl. 1999: 118).

Tilsammen gjorde elementanalysene det mulig å anta at hvert grunderingslag består av kritt og to ulike jernholdige jordpigmenter, samt noe bly. Mangan ble kun registrert i det nedre brune laget (spektrum 6). Ifølge Helwig kan mangan-innhold indikere umbra (2007: 66). Det øverste, røde grunderingslaget består trolig av et rødt jernoksidpigment som rød oker.

Både Stols-Witlox og Vandivere understreker at grunderingslag trolig også har hatt en estetisk funksjon. Fargede grunderinger ble utbredt i Europa mot slutten av 1500-tallet, som en mer økonomisk maleteknikk der grunderingsfargen fungerte som en del av modelleringen for overliggende, semitransparente fargelag (Stols-Witlox 2012: 167, Vandivere 2013: 7-8).

Fra sent på 1500-tallet har det vært ulike tradisjoner for preparering av maleriunderlag i europeisk kunst. Både doble og enkle grunderinger var vanlige, og farge, pigmenter og bindemiddel kunne variere (Stols-Witlox: 167-168). Røde grunderinger basert på rød oker, ofte iblandet blyhvitt eller kritt, var særlig populære i Sør-Europa på 1600- og 1700-tallet. Blyrødt eller blyhvitt ble gjerne tilsatt som sikkativer, da jordfarger og kritt er svært absorberende (2012: 168). Røde grunderinger forekom også i Nord-Europa, men her var lyse grunderinger i kritt og animalsk lim like vanlige (Vandivere 2013: 7).

Doble grunderinger kan ha blitt utført av økonomiske hensyn, med et rimelig prepareringslag for å utjevne lerretsveven nederst og et fargeskapende lag over (Stols-Witlox 2012: 175). Påføring av et lysere grunderingslag over et mørkere, kan også ha vært en bevisst handling for å motvirke

mørkning over tid (2012: 175). van Eikema Hommes refererer til 1600-talls manuskripter der det advares mot å bruke umbra fordi høyt oljeopptak kan gjøre grunderingen gradvis mørkere (2004: 24). Doble, fargede grunderinger vedvarte i europeisk malekunst fram til 1800-tallet, da tynt påførte, enkle, lyse grunderinger ble normen (2012: 177).

Mangel på karbonyl-bånd i $1740\text{--}1750\text{ cm}^{-1}$ regionen, samt et lite protein-utslag rundt 1650 cm^{-1} og 1550 cm^{-1} i FTIR-spektrumet for skrapeprøve fra grunderingsperle på maleribaksiden (IR1, graf 14), kan indikere at det nedre, brune grunderingslaget ikke er bundet i olje, men i et animalsk lim. Cove påpeker at krittholdige grunderinger gjerne er limbundet, i motsetning til blyhvittbaserte grunderinger som ofte er bundet i olje (Cove 1993: 496). Det kan imidlertid ikke slutes at begge grunderingslagene i *Den hellige familie* er limbasert. Det har ikke vært uvanlig å påføre en isolerende oljegrundering over en krittgrundering for å forhindre at bindemiddel fra oljefargene skulle trekke ned i prepareringlaget (Stols-Witlox 2012: 166).

4.5. Undertegning

Det ble ikke observert undertegninger i normalbelysning, IR- eller røntgenopptak (ill.16 og 19). Dette utelukker imidlertid ikke at motivet ble tegnet opp før oljefargene ble påført. Kunstneren kan ha benyttet pigmenter som ikke reflekteres i de ulike strålere regionene. I tillegg påpeker Taft og Mayer at en undertegning reflekteres bedre og er mer synlig i et infrarødt fotoopptak dersom er den er tegnet på en lys grundering (2000: 78-79). *Den hellige familie* er malt etter et grafisk forlegg, og det er svært sannsynlig at kunstneren har tegnet komposisjonen på forhånd.

4.6. Bindemiddel og maleteknikk

Den hellige familie er malt i oljefarger, noe som hovedsakelig kan påvises gjennom visuelle studier av fargemodellering og penselføringer i maleriet. Vandivere beskriver hvordan oljefargers unike flytkarakter, lange tørketid og lysbrytningsindeks gjør det mulig å male i teknikker som andre malemedier ikke tillater (2013: 16-18). I *Den hellige familie* er det tydelig hvordan kunstneren har utnyttet oljebindemiddelets egenskaper. For eksempel er figurenes karnasjon og røde kinn blandet vått-i-vått for glidende overganger (ill.44). Viskose penselstrøk i ulike retninger skaper tekstur i Josefs skjegg (ill.46 b).

FTIR av skrapeprøve fra området med blyhvitt (IR 2, graf 15) gav utslag for bly i linfrøolje i referansedatabasen og underbygger antakelsen om oljebindemiddel. Absorpsjonsbånd i 2925 cm^{-1} og 2850 cm^{-1} -regionen for karbon-hydrogen-enkeltbindinger viser at det er organiske forbindelser i prøven. Et lite, men tilstedeværende, karbonyl-bånd rundt 1737 cm^{-1} indikerer estergrupper og er karakteristisk for FTIR-spektra av oljer (Derrick mfl. 1999: 103).

Den hellige familie er malt i en rasjonell og rask maleteknikk. Fargeutformingene kan fordeles i et system av lyse og mørke områder. I mørke skyggepartier ser det stort sett ut til at et enkelt fargelag er malt direkte over den røde grunderingen. Dette er synlig i nærstudier av det fiolette draperiet, der den røde grunderingsfargen skinner gjennom det øvre semitransparente laget (ill.46). Røntgenopptaket av *Den hellige familie* visualiserer at blyhvitt er benyttet i alle lyse fargeområder (ill.19 og 44). Lyse farger ser ut til å være modellert vått-i-vått med hvitt før oljefargene har tørket. Hvite høylys er lagt inn i tykke penselstrøk (ill.45 og 48). Fine detaljer er påført etter at underliggende lag har tørket. Dunkerton mfl. beskriver hvordan det utover 1500- og 1600-tallet ble vanlig å male i en mer direkte maleteknikk der grunderingsfargen ble benyttet som grunnlag for fargene over. Lys og skygge kunne oppnås umiddelbart ved å blande farger med hvitt, framfor en metodisk sekvenspåføring av mange fargelag (1999: 286-288).

Det er sterke kontraster mellom lyse og mørke fargeområder i *Den hellige familie*, noe som er særlig tydelig i Maria og Jesusbarnets ansikter og bekledning. I deres ansikter er mørke, nærmest monokrome fargefelt plassert ved siden av svært lyse partier (ill.44,48). Kontrastene gjør at det ikke er behov for markerte konturer. En slik maleteknikk der utvalgte deler av motivet er opplyst med tykke høylys, mens andre områder framstår som dunkle, kan betegnes som en chiaroscuro-effekt, som var typisk for barokkens kunstnere på 1600-tallet (Barkett og Stulik 1995: 8). Keith beskriver hvordan denne maleteknikken i Carraccis originalversjon trolig ble brukt svært bevisst. Å benytte store tonale kontraster i ansiktene og bekledningen til Maria og Jesusbarnet var en måte å rette tilskuerens fokus mot hovedpersonene på (Keith 2008: 53-54).

4.7. Fargestrukturer

En detaljert tabell over hver enkelt fargestruktur og kart for fargeområder finnes i vedlegg (tabell 1). Under presenteres resultatene av undersøkelser av utvalgte fargeområder.

4.7.1. Fiolett fargeområde

Den hellige familie har ett fiolett fargeområde, Marias kjole. Lyse områder og mørke skyggepartier i kjolens draperinger har fått individuelle numre i strukturtabellen (0101 og 0102). (tabell 1). Mørke, semitransparente fiolette skyggeområder ser ut til å være påført direkte over den røde grunderingen da denne er synlig gjennom fargelaget. Lyse områder er modellerte vått i vått med hvitt (ill. 45).

I røntgenopptak er lyse fiolette områder hvite og skyggeområder sorte (ill. 19). Dette gjør det rimelig å anta at blyhvitt er blandet i de lyse fiolette fargeområdene. I XRF-analyser av den fiolette kjolen ble det registrert jern, bly, kalium, kalsium, svovel og kobber, med betydelig høyere bly-andel detektert i lyse områder, noe som underbygger antagelsen (X5, X6, graf.3).

Fordi de samme grunnstoffene ble observert i grunderingen, kunne ikke XRF-utslagene benyttes til å bestemme hvilket fiolett pigment som ble brukt i Marias kjole. Under arbeidsmikroskop var det mulig å observere røde partikler i de fiolette områdene (ill.57c). Fargelagets gjennomsiktige karakter kan indikere at det er benyttet et organisk, rødfiolett fargestoff. Organiske røde fargestoffer, fremstilt fra planter som brasiltre og krapp eller insektkilder som skjoldlus, ble opprinnelig benyttet i farging av tekstiler. Fargestoffene har også blitt anvendt som malepigmenter siden middelalderen (Kirby mfl. 2005: 72). Deres transparens gjør fargestoffene egnede som lasurer. Det er særlig fargestoffer fra skjoldlus som kan gi en fiolett tone (2005: 83).

Kirby mfl. har påvist at grunnstoffer som aluminium kalsium, kalium, silisium, fosfor, svovel, kobber og magnesium vanligvis er til stede i tradisjonelle røde fargestoffer fra både insekt- og plantekilder (2005: 72). Fargestoffet ble ekstrahert, enten direkte fra fargekildene eller fra allerede fargede tekstiler. Fram til 1800-tallet var det vanlig å benytte kaliumaluminium-sulfat reagert med en base, som kunne være lut eller kalsium, for å danne et hydrert aluminiumsalt som fargestoffet kunne bindes til. Prepareringsmetoden er med på å forklare innholdet av uorganiske grunnstoffer som kan oppdages i XRF (Kirby mfl. 2005: 72).

4.4.4. Blå fargeområder

Motivet har to blå fargeområder, Marias kappe, som er delt inn i lys og mørk blå i fargestrukturtabellen (tabell 1, 0201 og 0202), og bordet under Josef i nedre venstre hjørne (0203). I normal belysning skiller de blå fargeområdene seg lite fra hverandre, de er begge svært mørke i skyggepartier. Blåfargene er imidlertid ulike i falskfargeopptak, Marias blå kappe er fiolett og den blå bakgrunnen er mørk blågrå (ill. 20). Dette kan tyde på at det er brukt forskjellige pigmenter i de to områdene. De vil dermed beskrives hver for seg.

Marias blå kappe er utført i to grunntoner, en mørk, semitransparent blåfarge står alene i skyggepartier og en lys blå er modellert vått-i-vått med hvitt i lyse blå områder. I røntgenopptaket var det mulig å observere hvite modelleringer der blåfargen framsto mørk i normal belysning (ill. 47). Dette tyder på at kunstneren enkelte steder tilsatte en mørk blå over lyse draperinger. Kanskje ble dette gjort for å forsterke skygger eller for å tone ned fargeoverganger. van Eikema Hommes beskriver hvordan semitransparente lasurer ofte har blitt påført til sist for å oppnå en mer enhetlig fargenyanse (2004: 11).

XRF-analyser gav utslag for jern, bly, kalium, kalsium, svovel og kobber, med høyere bly-andel detektert i lyse områder (X3, X4, graf.4). Sannsynligvis er blyhvitt blandet inn i lyse partier, noe som underbygges av at disse er hvite i røntgenopptak (ill.19). Flere typer blå pigmenter har svært høy fargestyrke, og ble derfor gjerne blandet ut med hvitt for ikke å framstå som for mørke

(Kirby og Saunders 2004: 82). Det var ikke uvanlig at kunstnere tilførte blyhvitt i blå farger også av bevaringsmessige hensyn. Tørrende oljer, særlig linolje, har en tendens til å gulne, noe som kan gi blåfarger et uønsket grønnaktig skjær (van Eikema Hommes 2004: 18). Fordi blyhvitt absorberer lite olje, fungerer pigmentet som et sikkativ. Ved å blande blyhvitt i andre farger, vil oljeandelen og gulningsgraden til fargelaget kunne reduseres (2004: 24-25).

Basert på XRF-analysene var det vanskelig å avgjøre hvilket hvilket blått pigment som var brukt i Marias kappe fordi de samme elementene ble registrert i grunderingen. Det ble derfor foretatt et tverrsnitt av et mørkt, blått fargeområde (T1, vedlegg 2 og 4). Lysmikroskopstudier og SEM-opptak av snittet gav et innblikk i fargelagsoppbygning i dette området (vedlegg 4 og 5). To tynne blå fargelag er påført over grunderingslagene. Fordi SEM-opptak illustrerer fordelingen av tunge elementer, framstår bly som hvitt i SEM-fotoet (Schneider 2007: 740). Tydelige hvite pigmenter i det nedre blå fargelaget tilsier at blått iblandet blyhvitt er påført før et mørkeblått lag (vedlegg 5). Dette underbygger antagelsen om at en mørk lasur er benyttet over lyse draperinger i Marias kappe.

I SEM-EDS-analyser av det blå tverrsnittet ble bly, silisium, aluminium, kalium, svovel, kalsium, mangan og jern registrert (spektrum 1-3.). Resultatene kunne ikke brukes til en sikker pigmentidentifisering, men kunne imidlertid avkrefte enkelte pigmenter. Kobolt og kobber ble ikke påvist, og smalt og asuritt kunne utelukkes. Jern ble identifisert, noe som kan insinuere at prøyserblått er benyttet. Fargens rødfiolette skjær i falsk farge-opptak, er derimot mer typisk for indigo og ultramarin (Moon mfl.) (ill.20). Både indigo og ultramarin har laserende egenskaper i olje og har blitt anvendt som pigmenter i europeisk oljemaleri siden 1100- og 1200-tallet (Plesters 1993: 39). Indigo var ifølge Schweppe mest utbredt på 1600-tallet (Schweppe 1997: 84). Ultramarin ble brukt fram til en rimeligere syntetisk versjon ble tilgjengelig på 1800-tallet (Plesters 1993: 51). Ultramarin har gjennom historien vært et svært kostbart, og til tider lite tilgjengelig pigment, og ble av den grunn ofte kun benyttet i viktige fargeområder som Jomfru Marias kappe (1993: 39).

SEM-EDS-analysene kunne ikke benyttes til å utelukke hverken indigo eller ultramarin. Indigo består ikke av tunge kjemiske elementer og kan være lite identifiserbar med SEM-EDS. Innhold av silisium, aluminium, og svovel, er gjerne en god indikasjon på ultramarin (Plesters 1993: 50, Hochleitner mfl. 2003: 644-645). Andre karakteristikker som underbygger at pigmentet kan være naturlig ultramarin er observasjon av finrevne, ujevne blå partikler under lysmikroskop (Plesters 1966: 78) (vedlegg 4). Ifølge Schweppe kan indigopigmenter i motsetning til dette være lite tydbare i lysmikroskop grunnet fargestoffets finkornede kvalitet (1997: 94). Det er heller ikke utenkelig at begge pigmentene er benyttet i Marias kappe. På grunn av dårlig fargefasthet har

indigo gjerne blitt benyttet i kombinasjon med andre blåfarger. Indigo iblandet blyhvitt under ultramarin har ikke vært en uvanlig kombinasjon (van Eikema Hommes 2004: 133-134).

Den blå bakgrunnen under Joseffiguren er mørk og har et grønnskjær i normalbelysning (ill.1). I falskfargeopptak er området blågrått (ill.20), noe som gjør det sannsynlig at det er benyttet et annet pigment i bakgrunnen enn i Marias kappe. Ifølge Moon mfl. framstår både manganblå, prøyserblått og asuritt som blå eller mørke i falskfargefoto (1993: 49).

XRF-analyser av den mørke blå bakgrunnen påviste i likhet med analyser av andre fargeområder i maleriet innhold av jern, bly, kalsium, kalium og kobber (X21, graf 5). Det ble imidlertid også oppdaget antimon i det mørke blå fargeområdet. Antimonoksider er gjerne forbundet med fargestoffer benyttet i glass- og emaljeproduksjon, men har også blitt brukt i malepigmenter opp gjennom historien (Sandalinas og Ruiz-Moreno 2004: 42-43). Grunnstoffet er blant annet nevnt i en oppskrift for prøyserblått der kaliumferrocyanid tilsettes antimon i sterk syre (Wang 1919: 166). Prøyserblått er det første helsyntetiske pigmentet og ble fremstilt første gang i 1704 (Ware 2008: 612-617). Dersom prøyserblått er benyttet vil dette indikere at maleriet er malt en gang etter 1704. Antimon er imidlertid et produksjonsprodukt og ikke det fargeutslagsgivende stoffet (Wang 1919: 166). Ifølge pigmentkompendiet er grunnstoffet til stede i flere pigmenter i ulike farger som sort, gult og rødt (Eastaugh mfl. 2013: 22-25). Den mørke bakgrunnen kan dermed bestå av et annet blått pigment som asuritt iblandet et av disse pigmentene.

4.4.5. Gult fargeområde

Josefs brilleinnfatning er maleriets eneste gule fargeområde (0301, tabell 1). I dagslys framstår fargen opak, og den er trolig malt vått-på-tørt over den underliggende rødbrune drakten til Josef. XRF-analyser av fargeområdet påviste jern, silisium, kalsium, kalium og noe bly, med betydelig høyere jerninnhold i gult fargeområde sammenlignet med resultater for grunderingen (X 12, graf 6). Resultatene kan indikere at det er benyttet gul oker (Helwig 2007: 39, Klockenkamper mfl.1993: 241).

4.4.6. Røde fargeområder

Det er benyttet en sterk rød farge i de tre figurenes lepper (0501, tabell 1). Med det blotte øye var det mulig å observere at rødfargen er modellert vått-i-vått i lyse og skyggetoner, og påført over underliggende karnasjonsfarge (ill.44). I røntgenopptak framstår leppene som hvite i høylys og mørke grå i skyggepartier (ill.19). Leppene har en gul farge i falskfargeopptak, noe som ifølge Moon er karakteristisk for flere røde pigmenter (1993: 50) (20).

I tillegg til jern, bly, kalsium, kalium og silisium, ble noe kvikksølv registrert i XRF-analyse av Jesus' røde lepper (X15, graf 7), og fargeområdet skiller seg dermed fra andre farger i maleriet.

Kvikksølv er et grunnstoff med høy atomvekt, noe som kan forklare fargeområdetets hvite framtoning i røntgenopptak. Kvikksølvinnholdet gjør at det er rimelig å anta at sinober er benyttet i figurenes røde lepper. Naturlig sinober framstilt fra kvikksølvkilder har blitt brukt som malepigment siden 600 f.Kr (Gettens mfl. 1993: 159-160). Pigmentet har også blitt kunstig produsert, ved å tilsette svovel til kvikksølv, så langt tilbake som på 800-tallet (159-160). Sinober har historisk sett vært et kostbart pigment, og det har dermed ikke vært uvanlig å benytte pigmentet som delpigment i rødtoner, og kun i utvalgte øvre fargelag over mer rimelige jordfarger eller blyhvitt (van Eikema Hommes 2004: 12).

4.4.7. Brune fargeområder

Maleriet har flere brune fargeområder, som er delt inn i tre ulike strukturer og beskrives mer inngående i tabellen (tabell 1): Josefs bok (0601) Jesu og Marias hår (0602), og Josefs kjortel (0603 og 0604).

Marias og Jesusbarnets hår består av et lag lys, monokrom brunfarge. Smale, fine, brune og sorte penselstrøk som følger figurenes hodefasoner og frisyre, er påført over det brune laget og har en formskapende effekt (ill.44). XRF-analyser av Marias hår påviste jern, kalsium og noe bly (graf 8). Brunfargen består dermed trolig av en jordfarge (Klockenkamper mfl. 1993: 241). Lyse penselstrøk er hvite i røntgenopptak (ill.19), noe som kan indikere brunt iblandet blyhvitt.

4.4.8. Sorte fargeområder

Motivet har en sort, monokrom bakgrunn som ser ut til å være påført direkte over den røde grunderingen (tabell 1, 0701).

Bakgrunnsfargen er mørk grå i røntgenopptak (ill.19), noe som antyder fravær av tunge kjemiske elementer. Dette er ikke overraskende, da sorte farger tradisjonelt har blitt framstilt av karbonbaserte pigmenter (Winter og West-Fitzhugh 2007: 1). I XRF-analyser ble kalsium, jern, kalium og fosfor detektert (X8, graf 9). Jern, kalsium og kalium ble også registrert i grunderingen, men en sammenligning mellom de to spektrene tyder imidlertid på at det er en høyere andel kalsium i den sorte motivbakgrunnen (graf 8). At det i tillegg ble påvist fosfor kan indikere at bensort er benyttet i maleriets bakgrunn. Bensort er betegnelsen på et pigment framstilt av forkullet ben, som inneholder en større andel kalsiumfosfor og kalsiumkarbonat enn andre karbonbaserte pigmenter (Winter og West-Fitzhugh 2007: 9).

4.4.9. Hvite fargeområder

Den hellige familie har fire områder der hvitt er benyttet som hovedfarge. Dette er Jesu klede og boken Josef holder i hånden (0801), Josefs skjegg (0802) og Marias klede (0803). Tre av partiene har ulik fargeoppbygging og er derfor individuelle numre i strukturtabellen (tabell 1.).

Skyggene i Jesu drakt er malt i en mørk, brungrå farge, trolig et jordpigment. Overgangene i foldene er modellerte vått-i-vått med hvitt. Høylys i hvitt er påført i tykke penselstrøk over den underliggende modelleringen. En semitransparent sort farge er lagt inn over mørke skyggepartier for å forsterke skyggeeffekten. Boken Josef holder i hånden er trolig malt i samme teknikk, med en brunfarge i mørke områder og hvitt i lyse områder. Josefs skjegg har tydelige penselføringer i ulike retninger som gir tekstur, i tillegg illustrerer fint påførte penselstrøk tynne hårstrå (ill.46b).

Røntgenopptaket var et egnet verktøy for å studere maleriets hvite fargeområder, da det kunne observeres særlig stor røntgenabsorbasjon i disse partiene (ill.19). XRF-analyse av et hvitt fargeområde påviste en høy andel bly, i tillegg til kalsium, jern og kalium (X 13, graf 10).

Observasjonene indikerte som forventet at blyhvitt er benyttet i maleriets hvite partier. Blyhvitt var lenge det viktigste hvite pigmentet, og har blitt anvendt i europeisk malekunst fra antikken fram til 1800-tallet, da moderne erstatninger som sinkhvitt ble tatt i bruk (Gettens mfl. 1993: 69).

4.4.10. Karnasjon

Karnasjonsfargene i motivet er delt inn i tre ulike områder i fargestrukturtabellen på grunn av ulike fargeoppbygging (0901, 0902, 0903, tabell 1).

Figurenes karnasjon har blitt malt i to ulike grunntoner. En mørk, brun farge er benyttet i skyggepartier og en lys hudfarge iblandet hvitt i lyse hudområder (ill.44 og 48). Josef, som befinner seg noe i bakgrunnen, har en mørkere hudfarge enn Maria og Jesusbarnet (ill.46a). Høylys i rent hvitt er påført vått-i-vått med tykke penselstrøk over underliggende modellering. Detaljer som øyne er tegnet med presis penselføring etter at underliggende fargemodellering har tørket (ill.46c).

I røntgenopptak er hudpartiene hvite i lyse områder og mørkegrå i skyggeområder (ill.19). Det ble registrert bly, jern, kalsium og kalium i XRF-undersøkelser, med et betydelig høyere blyinnhold i lyse hudpartier (X10, X19, graf 11). Dette tyder på at blyhvitt er benyttet i figurenes lyse hudområder. Figurenes kinn og Jesusfigurens knær har en lyserød framtoning i normal belysning og er gule i falskfargeopptak (ill. 20). Observasjonene tyder på at rødt er blandet vått-i-vått i den lyse hudfargen. I XRF-analyser av Marias røde kinn ble det registrert kvikksølv (graf 11), noe som antyder sinober. Det har gjennom historien vært svært vanlig å benytte sinober i hudpartier, noe blant andre Unn Plahter har observert i studier av norske alterfrontaler fra 1200- og 1300-tallet (Plahter 2004: 148)

5. Behandlingshistorikk og sekundære materialer

Den hellige families nåværende utseende vitner om at maleriet har gjennomgått flere tidligere konserveringsbehandlinger. Det finnes imidlertid ingen tilgjengelig dokumentasjon på når og av hvem disse arbeidene ble utført. Otto Valstad var selv kunstner og håndverker, og utførte konserveringsarbeid på flere av maleriene i samlingen (Mamen 1999: 20-21). Det har vært interessant å kartlegge behandlinger som kan ha blitt utført av Otto Valsatd.

5.1. Sekundære pyntelister

Maleriet har ingen pynteramme, men er dekorert med fire bemalte pyntelister av furu (ill.22). Listene er 1,4 cm brede og 0,8 cm tykke og var spikret inn i blindrammesidene med 11 trådspikere av metall. Hjørnene er skråskåret slik at listene til sammen utgjør en rektangulær ramme. Listene har en konkav profilering og en lagvis fargeoppbygging. En hvit grundering er påført før en opak, grønn farge med en semitransparent bronsefarge over (ill.23). Inskriften A. 241 Italia er påskrevet i sort i nedre venstre hjørne og refererer til maleriets registreringsnummer og innkjøpsland (ill.22). Den samme bronsemalingen er synlig på spikerhodene som er slått inn i rammen og langs kantene i malerimotivet (ill.24), noe som tyder på at listene ble malt etter at de ble montert til blindrammen. Andre lignende, malte trelister finnes på flere av maleriene i Valstads atelier. Det ble også observert flasker med bronsetinktur og gullgrunn blant Valstads kunstnerutstyr, som kan ha blitt benyttet til å forgylle listene (ill.26). Det er dermed sannsynlig at Valstad selv spikret på og malte pyntelistene etter at maleriet ankom Asker rundt 1900.

5.2. Sekundær blindramme

Maleriets nåværende blindramme er ikke original, da det er svært sannsynlig at maleriunderlaget opprinnelig har vært betydelig større. Den foreliggende blindrammen har et yttermål på 61,5 cm x 51 cm. Den er en enkel kileramme, bestående av fire, parvis like lange, rettvinklede trelister, der endestykkene på kortsidene er tappet i langsidelistene (ill.29). Hver list er 6 cm bred og 1,2 cm tykk. Blindrammelistene har rette snitt som tyder på taper og tappehull er skåret med håndsag (Bjørk pers. komm. 01.12.2013). Ved bruk av sirkelsag er det ofte mulig å se spor etter vinkelen på bladet (Hoadley 1980: 152-153). Treverket er lyst, gulaktig og har markerte overganger mellom sommerved og vårved (ill.31). Sammenlignet med referanseprøver har trelistene visuelle kvaliteter som tilsier at blindrammen er av furu (Edlin 1994: 48) (ill.31). Antakelsen kunne bekreftes av snekkermester Hanne Bjørk (pers.kom. 01.12.2013). Røntgenopptak visualiserte at syv dykkertspikere i metall var slått inn i blindrammelistene (ill 19). Disse hadde ingen funksjon for rammens konstruksjon. Det var i tillegg 64 spikerhull i rammens ytterkanter (ill.27 og 28). Spikerene og spikerhullene kan indikere at blindrammen har vært brukt til oppspenning også før monteringen av *Den hellige familie*.

5.3. Montering av lerretet til blindrammen

Det sekundære klebemiddelet som var brukt til å feste maleriunderlaget til blindrammen hadde en gylden farge og fluoriserte hvitt i UV-belysning (ill.33). Det var i tillegg vannløselig (ill.34). Ifølge Nel er dette gode indikasjoner på at det er benyttet et animalsk lim (2007: 30). FTIR-analyse av en mikroavskrapning fra venstre blindrammelist (IR3, graf.16) underbygget antakelsen. Absorpsjons-bånd i amidregionen ($3200\text{--}3400\text{cm}^{-1}$, 1650 cm^{-1} , 1550 cm^{-1}) vitner om proteininnhold (Derrick mfl. 1999: 108). I en kjemisk test av samme mikroavskrap der prøven først ble tilsatt en dråpe kobbersulfat, og deretter en dråpe NaOH, skiftet væsken umiddelbart farge fra blank til fiolett (ill.34). Ifølge Odegaard mfl. er dette en reaksjon som kun forekommer dersom prøven inneholder protein (2000: 144-145). Til sammen gjorde resultatene det mulig å anslå at limet var animalsk.

Visuelle tegn på bretteing og sammenrulling gjør det mulig å anta at maleriet ikke var limt til rammen under frakten fra Italia (se kap. 6). At det i tillegg fantes andre malerier med lignende montering i Valstads atelier (Johansson 2014) tyder på at Valstad limte maleriet til rammen.

I UV-lys var det mulig å se sorte områder langs maleriets kanter, der malerioverflaten ellers var preget av fernissfluorescens (ill.21). Trolig hadde lerretet delvis løsnet med tiden og derfor blitt etterlimt etter at maleriet ble fernissert. Mangel på fluorescens tyder på at klebemiddelet ikke var animalsk, det var heller ikke mulig å løse med hverken vann eller andre polare løsemidler.

5.4. Reduksjon av maleriunderlaget

Maleriunderlaget er beskåret langs alle sidekanter og har ikke lengre opprinnelig format (ill.10). På grunn av rustne spikere og belastning mot trelistene er malerilerretets oppspenningskanter og ombrettehjørner ofte mer nedbrutt enn resten av lerretet (Hackney 2004: 4). Ifølge van de Wetering var det lenge alminnelig restaureringspraksis å skjære bort slike slitte kanter (1997: 92). Det å anse originale oppspenningskanter som historisk verdifulle er en forholdsvis moderne holdning (Ackroyd mfl. 2002: 21). Maleriunderlaget i *Den hellige familie* ble sannsynligvis beskåret fordi kantene i sin tid hadde mistet sin bærende funksjon.

Sammenlignet med motivforlegg (ill.10), ser det ut til at også motivet i *Den hellige familie* kan ha blitt redusert. Døperen Johannes, draperiet og landskapet i bakgrunnen på prototypene finnes ikke i maleriet (ill.7-13). Kanskje ble komposisjonen forminsket av praktiske hensyn for å tilpasses en blindramme, et interiør eller for å gjøre maleriet enklere å frakte. Beskjæringen har resultert i et mer intimt motiv, der beskueren kommer tett på de tre hovedfigurene. Dette kan vitne om at Maria, Josef og Jesusbarnet på et tidspunkt har blitt betraktet som viktigere enn den unge døperen Johannes, noe som også kan ha vært en begrunnelse for beskjæringen.

5.5. Lerretsskjøt

Det var ønskelig å sammenligne den påsydde lerretsremsen på 61,5 x 4 cm med hovedlerretet for å vurdere om dette var en sekundær tilskjøtning. Remsen er i likhet med hovedlerretet vevd i en åpen toskaftbinding, den har imidlertid høyere gjennomsnittlig vevtetthet og tråddykkelse (se ill. 39 for sammenligning). For å identifisere om det var benyttet samme materiale i de to lerretsstykkene ble fibre fra en horisontal og en vertikal tråd fra den påskjøtede lerretsremsen (L3, L4, vedlegg 1 og 2), studert under PLM (400x). Kryss og linjer på tvers av fiberretningen ble observert, og lerretsremsen er trolig av lin eller hamp. Fiberene fra de samme trådene vridde seg mot klokkeretningen etter fukting, noe som indikerer at remsen er av hamp (Weiner mfl. 2003: 60-61), i motsetning til hovedlerretet av lin.

Gjennom visuell sammenligning av de to lerretsemnernes vev og fiberkarakteristikk var det mulig å anta at de er hentet fra to forskjellige lerretsduker. Dette kan være en indikasjon på at remsen er tilsatt av en annen person enn den som preparerte maleriunderlaget. Ifølge van de Wetering har det vært svært vanlig å benytte to lerretstykker skåret fra den samme duken når maleriunderlag skulle skjøtes før de ble malt på (1997: 123). Dette behøver ikke nødvendigvis være gjeldende for *Den hellige familie*. Det er ikke utenkelig at tilfeldige, tilgjengelige lerretsrester kan ha blitt benyttet i en original skjøt.

5.6. Fargestrukturer i lerretsremsen

Det påsydde lerretsemnet er hovedsaklig malt i en sort og brun bakgrunnsfarge (ill 1). Josefs hånd og skulder er antydnet med en lysere brun og en mørk hudfarge. Under arbeidsmikroskop ble det observert penselstrøk som er påført over sømmen og inn over originale farger i hovedlerretet etter at disse har tørket (ill.38c). Dette ble trolig gjort for at overgangen skulle integreres i motivet.

Det er store fargeavskallinger i lerretsremsen og en mørk grundering var synlig med det blotte øye (ill.38b). XRF-analyser av eksponert grundering gav i likhet med grunderingen i hovedstykket utslag for jern, kalsium, silisium, kalium og noe bly (X18, graf 2). I forlengelsen av Josefs hånd ble det registrert bly, jern, kalsium og silisium og utslaget var nærmest identisk med analyse gjort av Josefs hånd i hovedlerretet (X16 og X 17 graf12). I røntgenopptak framstår de mørke partiene sorte og de lysere fargeområdene som hvite (ill.19). Resultatene gjør det mulig å anta at tradisjonelle, jernholdige jordpigmenter og blyhvitt er benyttet.

For å studere hvordan grundering og farger lagvis var bygget opp i lerretsremsen, ble det besluttet å ta ut et tverrsnitt av fargestrukturen i et sort fargeparti (T2, vedlegg 1 og 4). Dersom påføringen av fargelag skilte seg fra maleriet ellers ville dette antyde at lerretsremsen var sekundær.

Studier av snittet i lysmikroskop (400x) avslørte i likhet med maleriet ellers, en dobbel grundering bestående av et rødt lag over et brunt (vedlegg 4). Et sort fargelag på 20-70 µm med store sorte partikler er påført direkte over grunderingen. Hvert grunderingslag er mellom 20-100 µm, og utgjør en tykk preparering for det øvrige fargelaget, noe som også ble observert i tverrsnittet fra et blått fargeområde i hovedlerret (T1). Det sorte tverrsnittet tydeliggjør hvordan grunderingslagene fungerer som en utjevnende fyllmateriale i lerretsveven, da lagene er betydelig tykkere i lerretsgroper (vedlegg 4). Det nederste, brune grunderingslaget virker være noe grovere revet og inneholder større sorte, brune og røde pigmentkorn enn det som kan observeres i det røde grunderingslaget (vedlegg 4). De største partiklene er 40 µm i diameter. Det har ikke vært uvanlig å benytte et rimeligere, grovt revet jordpigment under et finere (Stols-Witlox 2012: 175). Denne forskjellen ble ikke observert i de andre to tverrsnittene fra fargeområder i hovedlerretet.

På bakgrunn av studiene var det ikke mulig å bestemme om lerretsremsen var sekundær eller original. Det er uansett sannsynlig at det er snakk om en eldre skjøt. Doble grunderinger i jordfarger og kritt, ble som nevnt hovedsaklig benyttet i europeisk malekunst fra sent på 1500-tallet og avtok på 1800-tallet da enkle, lyse grunderinger ble mer vanlig (Stols-Witlox 2012: 177). I tillegg indikerer bruk av blyhvitt at bemalingen er eldre. Selv om blyhvitt forble populært på grunn av gode påførings- og aldringsegenskaper, minket bruken etter at sinkhvitt ble tilgjengelig på midten av 1800-tallet, fordi pigmentet ikke er giftig slik blyhvitt er (Gettens mfl. 1993: 69, Eastaugh mfl. 2012: 206).

Det finnes eksempler på at Valstad både skjøttet maleriunderlag, samt utførte retusjer på noen av maleriene i atelieret (Solheim og Syversen 2013). I retusjer utført av Valstad har det blitt registrert sinkhvitt (Johansson 2014). Dersom lerretskjøten i *Den hellige familie* er sekundær, er den med stor sannsynlighet ikke utført av Otto Valstad og ble tilsatt før maleriet ble kjøpt i 1903.

5.7. Vevsavtrykk i fargelagene fra en tidligere dublering?

Avtrykk etter et lerret har medført tydelige rutemønstre i originale fargelag i seks områder av malerioverflaten (ill.51). Merkene er orientert parallellt med retningen på malerilerretet og stammer fra en åpen toskaftsvev med i snitt 7,5 horisontale og 10 vertikale tråder per cm (ill.52). Ved å sammenligne maleriunderlaget med avtrykkene i fargene var det mulig å visualisere at mønstrene kan ha oppstått fordi originalerretets tråder har blitt presset inn i fargelagene (ill.53)

Fargeavskallinger og krakeleringer antyder at maleriet har blitt oppbevart både sammenrullet og i brettet tilstand (se kap. 6). Begge deler kan ha forårsaket belastning som har medført lerretsavtrykk i fargelagene, særlig dersom oljefargene ikke har vært tilstrekkelig tørre da rulling eller bretteing forekom.

Lerretsmønstrene kan også ha oppstått i en tidligere konserveringsbehandling der press i kombinasjon med høy varme har blitt benyttet. Heldublering av malerilerret har siden 1600-tallet blitt utført som en metode for konsolidering og planering av farger, samt forsterkning av nedbrutte maleriunderlag (Hackney 2004: 2). Utover 1800-tallet ble heldublering ikke bare utført som et strukturelt nødvendig ingrep, men ansett som en standard preventiv prosedyre (Young og Ackroyd 2001: 85). Både Hedley mfl. og van de Wetering påpeker at eldre, udublerte malerilerret er svært sjeldent (1980: 50, 1997: 93). Det er dermed ikke usannsynlig at *Den hellige familie* på et tidspunkt har vært limt til et sekundært støttelerret.

I så tilfelle har dubleringslerretet blitt fjernet i ettertid, kanskje fordi det hadde mistet evnen til å støtte maleriet. Dette kan ha blitt gjort av Otto Valstad etter at maleriet ankom Asker i 1903 eller før. En heldublering har blitt regnet til å vare i omtrent 100 år ved gode klimatiske forhold (Ackroyd og Villers 2003: 11). Dersom maleriet har vært heldublert har behandlingen mest sannsynlig skjedd en gang på 1800-tallet eller tidligere.

Fra tidlig 1600 ble dubleringer utført med klister av animalsk lim og hvetestivelse, voksharpiksdublering ble først utviklet på miden av 1800-tallet (Ackroyd 1998: 13-14). I nærstudier av maleriets bakside var det stedvis mulig å observere et tørt belegg rundt lerretstråder, som potensielt kan være rester etter et nedbrutt dubleringslim (ill.41a). Ved å pirke i lerretstrådene under arbeidsmikroskop framsto belegget tørt og ikke voksaktig. Voks som impregnerer lerretstråder har en tendens til å mette og mørkne lerretet (Heidenreich 1994: 27-27). Fordi lerretet ikke framsto mettet av voks er det mer sannsynlig rester etter et klister.

I tradisjonell klisterdublering plasseres maleriet med motivsiden mot en bordplate, klister påføres og dubleringslerretet festes ved at et varmt jern strykes mot baksiden (Persival-Prescott 2003: 8). Behandlingen kan også utføres med forsiden opp og varmejern påføres mot malerioverflaten (Baldini og Taiti 2003: 116-117). Metoden har i moderne tid blitt kraftig kritisert nettopp på grunn av teksturendringer i malerioverflaten (Ackroyd 2002: 4, Hackney 2004: 2). Høy varme gjør oljefargelagene formbare, og ved press mot et hardt underlag eller et flatt varmejern kan penselstrøk flates ut og synlige vevavtrykk fra lerretene som presses mot fargelagene kan oppstå (Berger 2000: 95-96, Ackroyd 2002: 4, Hackney 2004: 2). Hedley har påvist empirisk at dersom dubleringslerretet er tettere enn originallerretet er det originallerretets mønster som blir avstøpt i fargelagene (Hedley 1974: 91-94).

5.8. Sekundær ferniss

I UV-belysning var malerioverflaten preget av en gulgrønn fluorescens (ill.21), noe som er karakteristisk for ferniss fremstilt av naturlig forekommende harpikser (de la Rie 1982: 2-3, MacBeth 2012: 294-296). Oksidasjonsprosesser i harpikspolymerene gjør at det med tiden dannes flere konjugerte elektroner, noe som påvirker absorberingen av UV-stråler og forårsaker en sterk flouescensfarge (1982: 2-3). Samme grønaktige fernissfluorescens som fantes på malerioverflaten kunne også observeres på maleriets pyntelister (ill.21). Dette indikerer at maleriet ble fernissert etter at det ble limt til blindrammen og pyntelistene ble montert. Fordi det trolig var Otto Valstad som tilførte pyntelistene, er det dermed sannsynlig at han har påført ferniss.

Tverrsnitt av fargestrukturen i et blått fargeområde (T1), studert i UV-belysning i PLM, visualiserte et tynt påført fernisslag, på 10-15 µm over den underliggende blåfargen (vedlegg 4). I SEM-opptak var det mulig å studere snittet i høyere forstørrelse og oppløsning (vedlegg 5). Det ble ikke observert mer enn et fernisslag i de mikroskopiske optakene av det blå fargesnittet.

Over Marias høyre ansiktsparti, og delvis også over Jesusbarnets ansikt var det i UV-belysning en lysere, mer intens grønn fluoresens (ill.21 og 56). I nærstudier av området var det mulig å se at fluorescensen skyldtes et lokalt påført lag over det underliggende fernisslaget (ill.55).

Rensetester med ulike organiske løsemidler påviste at fernisslaget som dekket hele malerioverflaten var raskt løselig i etanol, aceton og lite løselig i isopropanol. At fernisslaget kunne fjernes med polare organiske løsemidler, underbygger antagelsene om naturlig, eldet harpiksbasert ferniss. Feller har studert ulike fernissers løselighet etter kunstig aldring (Feller og Curran 1975: 17-20). Naturlige harpiksbaserte fernisser opprinnelig løst i terpentin eller en annen hydrokarbon vil endre løselighet med alderen. Aldringsprosesser i polymerene gjør at andelen polare¹⁶ funksjonelle grupper øker med tiden, og det vil etterhvert kreves et mer polart løsemiddel for å kunne løse fernisslaget (1975: 17-20, Stavroudis og Blank 1989: 3). Dammar og mastiks er de vanligste harpiksene brukt i naturlige fernisser (Thompson 1957: 64). Ferniss basert på dammarharpiks er nevnt i oppskrift fra 1828 og ble svært populært i Europa utover 1800-tallet (Phenix og Townsend 2012: 259-260). Dammar er fremdeles ansett av mange konservatorer som en svært egnet ferniss for eldre oljemalerier (van der Goltz mfl. 2012: 639).

Naturlige harpiksfernissers tendens til å gulne har resultert i at slike fernisslag har blitt fjernet og erstattet forholdsvis hyppig i tradisjonelle oljemalerier (de la Rie 1987: 2). Ifølge Horie har det vært vanlig å rense et maleri for ferniss hvert 80-120 år (Horie 2010: 37).

¹⁶ "Polaritet" er her brukt om molekyler med et elektrisk dipol-moment. Polare molekyler holdes sammen gjennom intermolekylære krefter som dipol-dipol-krefter og hydrogenbindinger. Jo større forskjell i elektronegativiteten mellom atomene i et stoff, jo sterkere intermolekylære krefter virker mellom dem.

6. Maleriets tilstand før behandlingen i 2013 og 2014

Det var nødvendig å utføre en grundig tilstandsvurdering av *Den hellige familie* for å evaluere hva maleriet tålte av håndtering og transport, samt for å prioritere behandlinger og bærekraftige stabiliseringstiltak. Målsettingen var ikke bare å registrere forandringer som har skjedd i maleriet, men også å forsøke å forstå mulige årsaker for nedbrytning.

I dette kapittelet drøftes tilstanden til maleriets ulike komponenter under egne overskrifter. Nedbrytning er imidlertid et resultat av komplekse, samhandlende mekanismer. Skader og forandringer som har oppstått i de enkelte materialene kan ikke betraktes som isolerte fenomener, men må relateres til materialsammensetningen i *Den hellige familie*, tidligere behandlinger og oppbevaring, samt maleriets omgivelser i Valstads atelier.

6.1. Valstads pyntelister

Maleriets pyntelister er i god strukturell stand, bortsett fra enkelte sprekkdannelser der spikrene som har festet pyntelistene til blindrammen har blitt slått inn (ill.23). I mindre områder har bronsemaling skallet av og etterlatt underliggende fargelag og grundering eksponert (ill.23). Støv og smuss preget overflaten.

6.2. Sekundær blindramme

Den sekundære blindrammen er mekanisk stabil og utgjør en plan konstruksjon med mulighet for utkiling og etterstramming av lerretet. Tidligere utkiling har ført til at listene sprikte noe der kilene var banket inn (ill.28). To kiler manglet.

Det var store smuss- og støvansamlinger på blindrammen, spesielt på nedre list. Overflaterensing med saliva gav mørke avsetninger på bomullspinnen (ill.32). Det ble ikke observert borehull eller andre spor etter treborende insekter.

Blindrammen hadde opprinnelig ingen vulst og var flat der lerretet var limt til listene. Dermed var det ingen avstand mellom maleriunderlaget og blindrammelistene. I sidebelysning av motivsiden var det tydelig at bulker hadde oppstått der lerretet hvilte mot vinkelen på blindrammelistene, særlig langs venstre og øvre kant (ill.18). Belastningene har medført krakeleringer og tap av fargelag i disse områdene.

6.3. Monteringen til blindrammen

Da *Den hellige familie* ankom konserveringsateliet var malerilerretet ikke spendt opp, men limt direkte til blindrammen med et animalsk klebemiddel (ill.33-35). Denne monteringen var ikke ideell, verken for maleriets utseende eller for videre bevaring.

Bastfibre er hygroskopiske og tar opp og avgir fuktighet i takt med den relative fuktigheten i omgivelsene. Klimatiske sykluser fører dermed til gjentatt stramming og slakking av lerretsunderlaget (Hedley 1988: 137-140). Målinger av omgivelsene i Valstads atelier tilsier at temperaturen kan variere med opptil 7° C og den relative luftfuktigheten med 18% i løpet av et døgn (tabell 7). Forskning har påvist at gjentakende fuktighetssykluser over tid gjør et lerret mindre elastisk, og at evnen til sammentrekking svekkes, noe som fører til varig slakking av underlaget (Hedley 1988: 140-141, Michalski og Hartin 1996: 289, Young og Jardine 2012: 5). Dette er en forklarende faktor til at maleriunderlaget i *Den hellige familie* ikke lengre var stramt, men lå mot blindrammelistene, noe som hadde ført til synlige deformasjoner (ill.18.).

At lerretet ikke var festet med små stifter, men i stedet fastlimt til blindrammen, hadde innsnevret muligheten for utkiling og etterstramming av lerretet. I tillegg har monteringen hatt konsekvenser for lerretets mekaniske bevegelighet. Muligheten for naturlig bevegelse langs kantene i maleriunderlaget har blitt redusert, noe som har ført til store spenninger.

Enkelte steder har dette spennet medført at lerretet hadde løsnet fra blindrammen. Det var spesielt dårlig vedheft mellom lerretsremsen og venstre blindrammelist, noe som hadde resultert i en tydelig vertikal bulk langs hele venstre side (ill.18). Øvre, høyre lerretshjørne hadde mistet feste og krøllet seg inn mot billedplanet (ill.27). Både Hedley og Mecklenburg har i ulike prosjekter dokumentert at tradisjonelle, animalske limtyper er svært fuktighetssensitive og endrer stivhet og klebeevne i relasjon til RF- og temperatursvingninger (Hedley 1988: 143-145, Mecklenburg 2012: 14-18). I høy relativ fuktighet kan animalske klebemidler mykne, mens de vil kunne bli svært sprø i lav RF. Disse dimensjonelle endringene kan føre til belastninger i overliggende fargelag, som i verste fall kan løsne fra underlaget (Mecklenburg 2005). Klimavariasjonene i Valstads atelier har trolig bidratt til at fargeavskallinger har oppstått langs kantene og til at maleriunderlaget har mistet feste til blindrammen.

Berger påpeker at det er først med en god, stram og jevn oppspenning at et malerilerret kan fungere som et stabilt, flatt underlag for fargelagene (1993: 113). Dersom lerretet ikke er tilstrekkelig stramt, vil gjentatte bevegelser kunne føre til varige deformasjoner i underlaget, samt fargeavskallinger, oppskallinger og krakeleringer i øvrige preparerings- og fargelag (Berger 2000: 310).

6.4. Lerretsunderlaget

Maleriets hovedlerretsstykke er svært nedbrutt. Lerretstråder har røket i 67 områder i maleriunderlaget, hvorav over 50 bruddområder er i horisontale tråder mens minst 15 har oppstått i vertikale tråder. De avbrutte trådene utgjør elleve sammenhengende rifter, som alle er lokaliserte forholdsvis sentralt i malemotivet (ill.40). Nærstudier under arbeidsmikroskop tilsier at flere av lerretstrådene er tynnslitte (ill.41). Den smaleste som ble målt var kun 0,27 mm tykk, mindre enn halvparten av den gjennomsnittlige tråddykkelsen, som var på 0,62 mm. Både revner og nedbrutte lerretstråder har medført åpne hull i maleriunderlaget og fargeavskallinger i motivsiden, noe som kommer til syne i gjennombelysning (ill.17).

Foldetester gjort av en vertikal og en horisontal tråd fra hovedlerretets øvre og høyre kant (L1 og L2, vedlegg 1), underbygger at lerretstrådene har svekket belastningsevne. Begge trådene revnet etter seks brettinger. Resultatene representerer riktignok kun styrken til de to trådene som ble undersøkt og er ikke nødvendigvis representative for alle lerretets tråder. Malerilerretets kanter er ofte mer nedbrutte, grunnet belastning mot blindrammekantene (Hackney 2004: 4).

Både lin og hamp er vegetabilske materialer, hovedsakelig bestående av cellulose, hemicellulose, pektin og lignin (Tímár-Balázsy og Eastop 1998: 31). I utgangspunktet er lerret av lin eller hamp sterke materialer, men styrken reduseres med alderen (Young 2003: 55). Sure komponenter fra blindrammekanter, lim eller oljer i maleristrukturen, støvpartikler, mugg og mikroorganismer, samt svoveldioksid, nitrogenoksid og nitrogendioksid i luften er kilder til nedbrytingsmekanismer i vegetabilske materialer. I kombinasjon med energikatalyserende UV-stråler og fuktighet igangsettes komplekse oksiderings- og hydrolysereaksjoner i materialet (Rizzo og Burnstock 2002: 49-50). Disse reaksjonsmønstrene forårsaker tverrbindinger og kjedesplitting, og cellulosepolymerene brytes gradvis ned. Resultatet er et lerret med svekket mekanisk styrke (Tímár-Balázsy og Eastop 1998: 25-27).

En målbar konsekvens av hydrolyse- og oksidasjonsprosesser i vegetabilske materialer er at sure funksjonelle grupper dannes og at materialets pH senkes (Tímár-Balázsy og Eastop 1998: 25-27). pH-målinger av vannekstrakt fra en lerretstråd fra høyre kant (L5), gav en pH-verdi på 4,5. Kontrollundersøkelser med pH-indikatorstrips på fire lerretsområder før baksiderensing tilsa en gjennomsnittlig pH mellom 4,7 og 5 (vedlegg 1). pH-verdiene er trolig ikke nøyaktige gjengivelser av lerretets surhet. Overflatesmuss, lim- og fernissrester på lerretstrådene, samt måleinstrumentenes feilmarginer, må tas i betraktning. Resultatene av målingene antyder imidlertid at lerretet har en nedsatt surhet sammenlignet med et nytt linlerret, som ifølge studier gjort av Hedley og Hackney har en pH på rundt 6 (1981:10).

Store mengder smuss og støv ble observert på maleribaksiden. Noen sekunders bearbeidelse med en tørr polyuratanvamp gav mørke smussavsetninger. I tillegg fantes rester etter animalsk lim langs lerretets kanter etter demonteringen fra blindrammen. pH-målinger med indikatorstrips som ble gjort etter rensing av lerrets baksiden tilsa høyere pH-verdier etter rensing, noe som demonstrerer smussets forsurende effekt på lerretstrådene (vedlegg 1).

6.4.1. Påsydd lerretsremse

Den påsydde lerretsremsen har ingen rifter, og trådene har en mer konsekvent tykkelse og er ikke tynnslitte i samme grad som tråder i hovedlerretet (ill. 39). Sammenlignet med hovedlerretet, som har en mørk, gul farge, er lerretsremsen betydelig lysere (ill.38), noe som kan indikere at den er mindre nedbrutt enn hovedlerretet, da oksideringsprosesser gjør at vegetabiliske fibre mørkner med tiden (Tímár-Balázs og Eastop 1998: 35). I trådfolding av en vertikal og en horisontal tråd fra lerretsremsen (L3, L4, vedlegg 1), tålte begge trådene mer enn ti foldinger uten å ryke (ill.). Trådene hadde dermed større belastningsmotstand enn trådene undersøkt i hovedlerretet (ill.). pH-undersøkelser av fem områder i lerretsremsen tilsa i snitt en pH rundt 4,7, samt pH-nivåer rundt 5 etter rensing for animalsk lim (vedlegg 1).

At lerretsremsen virker mindre nedbrutt enn hovedstykket kan tyde på at den er nyere og tilsatt sekundært. Det er imidlertid ikke slik at undersøkelser gjort av enkelttråder nødvendigvis er representative for de to lerretsstykkenes helhetlige tilstand. Tímár-Balázs og Eastop poengterer at det kreves minst 10 tråmprøver for statistisk gyldige undersøkelser av et tekstils bruddmotstand (Tímár-Balázs og Eastop 1998: 12).

Maleri på lerret er en komposittgjenstand av mange materialer, og det er viktig å ta i betraktning at limdrenkingslag, samt bindemidler fra overliggende grundering, fargelag og ferniss kan ha sunket ned i underlaget og bidratt til nedbrytning. På baksiden av malerilerretet i *Den hellige familie* ble det observert spor av konserveringsmidler fra tidligere behandlinger. Det som trolig er rester av nedbrutt dubleringsklister, samt animalsk lim fra oppklebingen til blindrammen, var synlig på lerretstråder (ill. 41). Mørke og blanke lerretsområder tyder på at også ferniss som har blitt penslet på motivsiden, har trukket inn i lerretet (ill.2). Gjennom empirisk forskning har det blitt påvist at forskjellige materialer responderer ulikt på variasjoner i temperatur og relativ luftfuktighet, og at dette har innvirkning på lerretsmaterialets mekaniske egenskaper (Mecklenburg 2005). For eksempel vil hygroskopiske limdrenkingslag eller klister fra en tidligere dublering, som blir svært stive i lav relativ fuktighet, kunne gjøre maleriunderlaget dramatisk mer rigid (Karpowich 1989: 73, Hedley 1988: 143-145, Young og Ackroyd 2001: 96, Mecklenburg 2007: 22).

Den hellige families plassering på ytterveggen i Valstads atelier har utsatt maleriet for varierende klimaforhold, samt dagslys gjennom det store, sørøstvendte vinduet (ill.5).¹⁷ En vedovn, som i dag er erstattet med en elektrisk ovn, var lenge en kilde for sot og støvansamlinger i rommet. Dette er trolig medvirkende, indirekte årsaker til langsomme nedbrytningsprosesser som har gjort lerretet stivt og skjørt.

I tillegg har en tidligere oppbevaring forårsaket stor skade i underlaget. Seks av lerretsriftene har oppstått under hverandre og utgjør tilsammen en rett, vertikal stripe midt i malerimotivet (ill.40). Det er flest horisontale tråder som er brutt. Sannsynligvis har disse skadene oppstått som en følge av at maleriet har blitt brettet på langs, kanskje under frakten fra Italia. I disse områdene har også fargelag gått tapt på maleriets framside (ill. 1).

Revner og tynnslitte tråder, samt senket elastisitet og mekanisk styrke, har redusert lerretets funksjon som det bærende elementet i *Den hellige familie*. Både Berger og Young beskriver hvordan rifter medfører at det ikke lengre er et jevnt fordelt spenn i maleriunderlaget (1993: 113, 2003: 55-56). Når enkelttråder ryker vil lerretstråder rundt revnen være svært sårbare. Jo mer nedbrutt trådene er, jo mindre belastning tåler de. Små påkjenninger vil kunne føre til at riften utvides ytterligere (1993: 113-114, 2003: 55-56). Omfattende revner i et lerret gjør at det ikke lengre er et stabilt underlag for de overliggende fargelagene (Berger 1993: 114).

6.5. Grundering og fargestrukturer

6.5.1. Fargeavskallinger

Motivsiden i *Den hellige familie* er preget av fargeavskallinger ned til grundering og lerret i flere fargeområder (ill.18). Fenomenet er særlig omfattende langs ytterkantene, der maleriet var klebet til blindrammen. I tillegg har den vertikale bretteskaden midt i motivet medført fargeavskallinger slik at bunnmaterialet er synlig (ill.17 og 18). Skaden strekker seg fra topp til bunn av malerimotivet, med unntak av et opphold på 8 cm over Mariafigurens venstre hånd, og er spesielt iøynefallende da den går tvers gjennom Jesusbarnets ansikt og kropp.

Fargeavskallingene i *Den hellige familie* kan i stor grad relateres til bevegelser, deformasjoner og revner som har oppstått i maleriunderlaget. Farge- og grunderingslag er generelt mindre elastiske enn et malerilerret og har en begrenset evne til å belastes uten å sprekke opp. Dersom bevegelser og spenninger i maleriunderlaget overgår de øvrige lagenes elastiske grense, kan grundering og fargelag sprekke opp og løsne fra maleriunderlaget (Hedley 1988: 136-137, Mecklenburg 2005).

¹⁷ UV-filter på vinduet har blitt montert i løpet av de to siste årene.

I alle områder av *Den hellige familie* der lerretstråder er svært tynnslitte eller har røket, har fargelag løsnet fra underlaget. I de mest åpne lerretsområdene er kun små bruddstykker av fargestrukturer igjen og lerretstråder er eksponert (ill.41). Berger skildrer hvordan en rift i et malerilerret forstyrrer spennfordelingen i lerretsstrukturen slik at stor belastning overføres til fargelagene der lerretstråder ryker, noe som forklarer hvorfor farger kan løsne (1993: 114).

Det er en åpenbar sammenheng mellom fargeavskallingene i *Den hellige familie* og ugunstige oppbevaringsforhold gjennom årenes løp. At maleriet har blitt brettet på langs er et eksempel. Et annet fenomen er rette, horisontale fargeavskallinger som kan observeres over hele billedplanet og som sannsynligvis har oppstått fordi maleriet har blitt rullet i horisontal retning (ill. 19). Den lengste sammenhengende, horisontalt orienterte avskallingen går gjennom Mariafigurens nakke og kinn og er 12 cm lang (ill.44).

At avskallingene er spesielt utbredte langs ytterkantene, der lerretet var klebet til blindrammen (ill.), er trolig en konsekvens av betydelige belastninger og bevegelser i disse områdene.

Fargeavskallingene er særlig omfattende der lerretet hadde løsnet fra blindrammelistene, som i den tilskjøtede lerretsremsen, der store lerretsområder med og uten grundering er eksponert, og der fargelag står igjen som isolerte øyer (ill.38). Trolig har det hygroskopiske, animalske limet bidratt til dimensjonsendringer og spenninger i underlaget.

6.5.2. Fargeoppskallinger og krakeleringsmønstre

Alle fargeområdene i *Den hellige familie* er preget av krakeleringer som varierer i form og omfang, samt i hvor langt ned i maleristrukturen de går. Rettvinklede alderskrakeleringer som går gjennom malingsstrukturene ned til lerretet, er særlig utbredt i mørke fargeområder (ill.19).

Med Bucklows ord er krakeleringsmønstre et synlig bevis på fysiske spenninger i maleriet (Bucklow 1997/1998: 505). Maleriet er en stratigrafi bestående av tynne lag som kontinuerlig utsettes for spenninger og bevegelser i relasjon til klimatiske svingninger, støt og vibrasjoner, samt rifter i lerretet (Keck 1969: 17-18). Keck beskriver alderskrakeleringer som gradvise oppsprekninger som skjer i maleristrukturen lenge etter at fargelag har tørket (Keck 1969: 10). Nedbrytningsmekanismer gjør at organiske bindemidler mister plastiske og elastiske egenskaper, og fargelag vil gradvis bli mindre motstandsdyktige mot belastninger maleriet er utsatt for. Fordi fargelag og grunderingslag ofte har forholdsvis like aldringsegenskaper, vil brister som oppstår i grunderingslag også føre til oppsprekking i overliggende fargestrukturer. Et kjennetegn for alderskrakeleringer er dermed at de er gjennomgående (1969: 17-18).

Både Berger og Russel, samt Mecklenburg, har i sine spennestprosjekter påvist at store omgivelsesvariasjoner over korte tidsspenn virker belastende på fargelag (1986: 53, 2005). Især vil lav relativ luftfuktighet og lave temperaturer forårsake stresskonsentrasjoner fordi oljefarger generelt er mindre elastiske¹⁸ i slike omgivelser (1986: 53, 2005: 11-13).

I sidebelysning av *Den hellige familie* ble det tydelig at krakeleringsmønstre i lyse fargeområder skiller seg fra sprekker i mørke fargepartier (ill.48 og 49). For eksempel har mørke, blå områder i nedre venstre del av maleriet store, kantede krakeleringer, samt skålformede oppskallinger. Dette er ikke fremtredende der hvitt er blandet i blåfargen (ill.50). I røntgenopptak av samme område var det mulig å observere at krakeleringsmønstrene i den blå bakgrunnen blir avbrutt av tykke, hvite penselstrøk, der fargelaget er kontinuerlig (ill.50).

Bucklows systematiske studier av krakeleringsmønstre tyder på at sprekkdannelser i fargelag er komplekse fenomener som også avhenger av kunstnerens påføringsmetoder og materialsammensetninger (1997: 137). Faktorer som type maleriunderlag, grundering, pigmentpartikkelstørrelser og bindemiddel, samt tykkelsen på fargelaget påvirker i stor grad krakeleringene som oppstår (1997: 137). At de blå fargeområdene i *Den hellige familie* som er iblandet blyhvitt har et avvikende krakeleringsmønster i forhold til mørke fargeområder rundt, kan dermed skyldes både pigment- og bindemiddelsammensetningen og måten blyhvitt er påført i tykke penselføringer. Ifølge Mecklenburg er blyhvitt i linfrølje ofte en spesielt stabil kombinasjon som motstår belastninger (Mecklenburg 2005).

Dette er imidlertid ikke konsekvent for alle områder der blyhvitt er benyttet. I figurenes lyse hudpartier kan det observeres horisontalt orienterte, snirklete sprekker ned til rød/brun grundering, som skiller seg fra de mer kantede alderskrakeleringene i skyggeområder (ill.48 og 49b). Keck beskriver at dersom hurtigtørrende farger påføres over bindemiddelrike, langsomt tørkende fargelag, kan bevegelser i de underliggende lagene føre til sprekker som kun er synlige i de magrere fargelagene over (Keck 1969: 13). Dette inntreffer i løpet av oljefargenes tørkeprosess og kan dermed betegnes som opptørkingskrakeleringer (Keck 1969: 16). Ifølge van Eikema Hommes er flere jordpigmenter, og særlig umbra, svært oljeabsorberende, i motsetning til blyhvitt, som krever lite olje og tørker fort (2004: 24-25). Dersom de jord- og krittbaserte grunderingslagene i *Den hellige familie* ikke har vært tilstrekkelig tørre før karnasjonsfargene ble påført kan dette ha forårsaket tørkekrakeleringer i hudpartiene.

¹⁸ Elastisitet er evnen et materiale har til å forandre form uten å inngå varige deformasjoner (Young 1999: 83).

6.5.3. Fargeendringer i originale fargelag

Det finnes flere eksempler på at nedbrytning av tradisjonelle oljefarger ikke bare resulterer i krakeleringer og sprekkdannelser, men at det også kan forårsake endringer av fargelagenes metning, fargenyanser og transparens. I hvilken grad fargene i *Den hellige familie* har forandret utseende er vanskelig å vite med sikkerhet. Det er imidlertid viktig å være bevisst at enkelte fargeområder kan ha forandret seg og at visuelle effekter i maleriet ikke nødvendigvis er slik de var da kunstneren malte motivet.

Sammenlignet med Carraccis originalmotiv er særlig Mariafigurens fiolette kjole blass der fargen er iblandet blyhvitt, og svært mørk i skyggepartier, noe som har ført til store kontraster i motivet. I originalen er Marias bekledning i motsetning meget fargesterk: hun er ikledd en dyp rødfiolett kjole (ill.7). *Den hellige familie* er riktignok trolig malt etter et grafisk forlegg i sort-hvitt, og det er uvisst om kunstneren har sett Carraccis opprinnelige fremstilling. I tillegg var det blant 1600-tallets malere ikke uvanlig at kopier med hensikt ble malt i lysere toner enn originalmotivets for å unngå mørkning med tiden (van Eikema Hommes 2004: 26).

Det er på den annen side ikke usannsynlig at den fiolette bekledningen i *Den hellige familie* kan ha mistet fargestyrke med tiden. Fargeområdet er antakelig malt i et organisk, rødt fargestoff. Akselererte aldriingsprosesser har demonstrert at ulike røde fargestoffer er utsatt for fotokjemisk falming, særlig utblandet med hvitt fordi lyset spres i fargelaget (Klaas Jan van den Berg mfl. 2006: 90-91).

Det er ikke bare pigmentenes permanens som avgjør fargeforandringer. Organiske bindemidler har en tendens til å gulne med alderen, grunnet tverrbindinger i polymeren (de la Rie 1982: 65-66). Nedbrytning kan også påvirke oljefargens glans og transparens (Michalski 1990: 43). Linfrøolje er mer utsatt enn valnøtt- og valmueolje, og prepareringsmetoden avgjør hvor gul den blir (van Eikema Hommes 2004: 18). I hvilken grad endring av bindemiddelet vil påvirke et fargelag avhenger av konsentrasjonen olje i forhold til pigment. Fordi enkelte pigmenter absorberer mer olje enn andre, som jordpigmenter, røde, organiske fargestoffer og sorte pigmenter, er disse mer utsatte (van Eikema Hommes 2004: 18). I *Den hellige familie* er jordpigmenter benyttet i grunderingslagene, samt i de fleste mørke fargeområder, og organisk rød er brukt i Mariafigurens kjole. Dersom oljebindemiddelet har gulnet eller farger har blitt mer transparente, kan dette ha medført at de fargede grunderingslagene har blitt mer fremtredende og skyggeområder blitt mørkere, noe som har forsterket kontrastene i motivet.

6.6. Sekundære fernisslag, støv og smuss

Den hellige familie var preget av gulnet, nedbrutt ferniss, samt store smussansamlinger (ill.54). Oksidering og andre nedbrytningsfaktorer gjør at fernisser basert på naturharpikser har en tendens til å gulne med tiden (Stavroudis og Blank: 3). Under arbeidsmikroskop fremsto fernisslaget mørkere og tykkere i fordypninger i malerioverflaten (ill.54a,b,c,f). Trolig ble Valstads ferniss påført i flere strøk, og mer ferniss har blitt liggende i dype deler av overflateteksturen. I tillegg har luftbåret støv fått feste i de samme nedsenkningene og forsterket svertingen av fernisslaget (ill. 54 d og e). Det kan i tillegg virke som om smuss og rester etter eldre ferniss har ligget igjen på overflaten da Valstads ferniss ble påført.

Rensetester med saliva gav mørke smussavsetninger på bomullspinnen etter kort bearbeiding på malerioverflaten (tabell 5). Salivarens løste imidlertid ikke alt, fargeområdene framsto skitne etter over et minutt med bomullspinnen. Dette tyder på at smusspartikler ikke bare var bundet til fernissoverflaten, men også dypere ned i strukturen. Ifølge Horie er støvoppsamling på en fernissert malerioverflate knyttet til fernissens glassovergangstemperatur (2010: 26). Når støvpartikler festes til en klebrig overflate vil partiklene over tid synke ned i fernisslaget, noe som gjør dem vanskelige å fjerne uten samtidig å rense bort ferniss (2010: 26).

Ansamlinger av misfarget ferniss i kombinasjon med støv og smuss sørget for et ujevnt utseende og en betydelig mørkning av fargevalørene i lyse partier (ill.1). Samtidig resulterte fenomenet i at motivet framsto svært matt, noe som var spesielt tydelig i mørke fargeområder (ill.1). Under arbeidsmikroskop var det mulig å observere at støv og nedbrutt ferniss enkelte steder framsto som trevlete substanser på overflaten (ill. 44d, e). Fordi støv, smuss og nedbrutte fernisslag forårsaker en mer ujevn overflate, vil lyset som treffer malerioverflaten spres. Lysbrytningsindeksen endres slik at overflateglansen reduseres (Eastaugh 1990: 22). Effekten kan betegnes som *blanching*, et begrep benyttet om en optisk matning av en overflate (van Loon mfl. 2012: 234).

I tillegg til en negativ visuell effekt, har forurensing på malerioverflaten også en nedbrytende virkning. Luftbåret smuss og støv er gjerne sammensatt av både organiske substanser som er attraktive for biologisk aktivitet, og kjemiske reaktive salter, svoveldioksid, nitrogendioksid, mikroorganismer, samt fettholdige fragmenter fra sot og tobakksrøyk (Ashley-Smith og Wilks 1992: 13-14). Smusspartikler i en viss størrelse kan også virke nedbrytende gjennom friksjon på malerioverflaten (Ashley-Smith og Wilks, 1992: 13-14). Den mekaniske dekomponerende effekten støv og smuss har på en bemalt overflate er observert av Wagner og Baumstark (2002: 448). Under arbeidsmikroskop var det mulig å observere kratre i *Den hellige families* malerioverflate, som kan være en konsekvens av nedbrytende smusspartikler (ill. 54d).

7. Behandlingen i 2013 og 2014

7.1. Etikkgrunnlag

I dette kapittelet drøftes behandlinger som har blitt utført i masterprosjektet og begrunnelsene bak dem. Innledningsvis er det viktig å påpeke at behandlingsavgjørelser i masteroppgaven er påvirket av en vestlig, yrkesfaglig kontekst. I løpet av 1900-tallet har det skjedd en gradvis akademisering av konserveringsfaget (Bomford 2001:12). Utdanningsstandarder og internasjonale, etiske yrkesretningslinjer har blitt utviklet. Materialnedbrytning og konsekvenser av konserveringsbehandlinger har blitt fokusområde for metodisk, empirisk forskning. Samtidig har en generell globalisering og utviklingen av internett bidratt til at forskning og erfaringer har blitt mer tilgjengelige og i større grad kan diskuteres på tvers av landegrenser.

Publisert forskning har ikke forenklet valgene av konserveringsbehandlinger, men har snarere brakt med seg en økt forståelse for lerretsmaleriets kompleksitet. Oljemaleri på lerret kan i dag forstås som sammensatte komposittgjenstander der de ulike bestanddelene responderer individuelt på svingninger i omgivelsene, luftforurensning, lys og andre nedbrytningsfaktorer. Samtidig viser ulike forskningsresultater til at materialers faktiske egenskaper er vanskelige å overvåke og forutse. Empiriske laboratoriestudier, framskyndet aldring og provosert belastning vil sjelden kunne representere virkelighetens kompliserte samhandlinger (Muñoz Viñas 2005: 120-124, Hanssen-Bauer 1996: 169). Akademiseringen av konserveringsfaget har medført en større bevissthet angående de faktiske konsekvensene av behandlinger, samt en mer restriktiv tro på konserveringsbehandlingenes reelle virkning (Ackroyd 1998: 18, Sease: 103-105). Dette gjenspeiles i *ECCO*s yrkesretningslinjer fra 2002.

Konservatoren er pliktig til først å vurdere alle aspekter ved preventiv konservering og deretter kun utføre fysiske behandlinger som er helt nødvendige (*ECCO* 2002: art.8). Denne konvensjonen reflekter en minimalistisk holdning der det vektlegges å utføre lokale behandlinger og påføre minst mulig av konserveringsmaterialer. Ackroyd og Villers problematiserte dette minimalismebegrepet i 2003. En konserveringsbehandling er ikke evigvarende og må med tiden erstattes av nye inngrep. Forflytning, håndtering og fysisk inngripen i et maleri er alltid forbundet med risiko, og en lokal behandling er ikke nødvendigvis minimalistisk dersom den må erstattes hyppig (2003:11-12).

Enhver konserveringsbehandling medfører forandringer i maleriet på et mikronivå som ikke er mulige å reversere (Horie 2010: 106). Mulighet til gjenbehandling er et viktig prinsipp introdusert av Applebaum i 1987. Applebaums tilnærming kan spores i de etiske retningslinjene og innebærer at framfor å strebe etter en reversibel behandling, bør det i stedet fokuseres på at behandlingen ikke skal være til hinder for framtidig konserveringsarbeid (*ECCO* 2002: art.9).

I en konserveringsbehandling bør det etterstrebes kun å benytte materialer, konserveringsmidler og metoder som ikke vil forårsake nedbrytning av de originale materialene (ECCO 2002).

Konserveringsmidlenes aldringsresistans er gjerne forbundet med stabilitet. Hanssen-Bauer påpeker at stabilitet imidlertid er et relativt begrep, og at alle konserveringsmaterialer etter lang nok tid vil gjennomgå forandringer (1996: 167-169). Fordi produkter som brukes til malerikonservering ofte er kommersielt produserte, har de sjelden holdbarhetskrav som er forenelige med konservatorens lange tidsperspektiver (1996: 169). Kompatibilitet kan betegnes som evnen kunstverkets materialer har til å tåle de kjemiske, fysiske og mekaniske forandringene i det tilsatte stoffet over tid (1996: 170). Det er ønskelig at konserveringsmidlene som benyttes forvitrer raskere enn originalmaterialet og uten å ødelegge det (1996: 170).

7.2. Målsettinger for behandlingen av *Den hellige familie*

I masterprosjektet har det vært et mål å utføre behandlinger som begrenser behovet for hyppig gjentatt behandling av *Den hellige familie*, men som samtidig ikke forhindrer framtidig konserveringsarbeid. Det er for hvert inngrep forsøkt å balansere mellom anbefalinger i konserveringslitteraturen og egne erfaringer som har blitt innhentet gjennom tester av ulike konserveringsmidler og metoder. Risikoer og fordeler ved ulike tilnærminger, er vurdert med en bevissthet om at konsekvensene av behandlingen er vanskelige å forutse.

På bakgrunn materialstudier og tilstandsvurdering har hovedfokuset for behandlingen vært en ny oppspenning og strukturell støtte av det nedbrutte lerretet. Samtidig har rensing av støv, smuss og nedbrutt fenniss i motivsiden, samt nedtoning av de mest iøynefallende skadene vært et mål.

Maleriets omgivelser i Valstads atelier har satt føringer for hvilke behandlinger og materialer som ble ansett som bærekraftige og nødvendige. *Den hellige families* faste plassering tre meter opp på yttergavlveggen medfører en stor betrakningsavstand. Belysningen er skiftende og avgjøres av dagslyset som kommer gjennom vinduet til venstre for maleriet. Tidvis er det mørkt og luxnivåer så lave som 9 ble registrert. Klimamålingene utført fra februar til desember i 2013 tilsier at relativ fuktighet og temperatur er svingende. Det ble registrert RF-verdier mellom 27-64%, og på det meste et daglig variasjonsspenn på 18%. Temperaturnivåene lå mellom 8° C og 32°C (tabell 7).

7.3. Strukturell behandling

7.3.1. Demontering av malerilerret fra blindrammen

Maleriets montering til blindrammen var svært lite gunstig. Den sørget hverken for uniform vedheft eller en jevnt og stram oppspenning, som er forutsetninger for at malerilerretet kan utfylle sin funksjon som et stabilt, flatt underlag for det malte motivet (Berger 1974: 125). Det var nødvendig å demontere lerretet fra blindrammen for å kunne spenne det opp på ny.

Det animalske limet som bandt lerretet til blindrammelistene var nedbrutt og det var dermed stort sett mulig å løsne lerret med en spatel (ill. 58). Fordi lerretet var blitt etterlimt i hjørnene og langs høyre kant, var det imidlertid problematisk å fjerne lerretet mekanisk i disse områdene. Det ble forsøkt å benytte lunket vann og ulike organiske løsemidler for å løsne limet, uten effekt.

Mekaniske påkjenning under demonteringen sørget for enkelte fargeavskallinger som måtte konsolideres med Paraloid B72. I nedre høyre hjørne av maleriet var det vanskelig å feste alle løse farger til tross for forsidesikringen, da fargelagene var svært porøse (ill.59).

7.3.2. Planering

Det var ønskelige å redusere deformasjonene i maleriet, som ville være svært visuelt forstyrrende i sidebelysningen i Valstads atelier. Maleriet ble lagt i press under bøker og vektposer over natten (ill. 63). Bøkene ble lagt inntil og ikke over lerretsømmen slik at denne ikke skulle presses inn i fargelagene. Fordi lerretsremsen var særlig buklete ble lett fuktet trekkpapir lagt under mens maleriet lå i press. En kontrollert mengde fuktighet gjør fibre og fargelag mer fleksible slik at ujevnheter kan legges ned (Hedley 1989: 117).

Da lerretsremsen ikke forble tilstrekkelig plan med denne metoden, ble det i tillegg benyttet varmeskje over en Melinexfilm fra maleriets bakside. Varme tilfører energi som bryter sekundære bindinger mellom de lange polymerkjedene i lerret og oljefarger og sørger i praksis for at malerimaterialene blir mer formbare og dermed mulig å flate ut (Tímár-Balázs og Eastop 1998: 16, Berger og Zeliger 1974: 19). Økt temperatur er imidlertid alltid en katalysator for kjemiske nedbrytningsprosesser i organiske materialer (Burnstock og Rizzo 2003: 50), og fargeområdenes respons på varme ble undersøkt på forhånd.¹⁹

¹⁹ Fargenes respons på høy temperatur ble undersøkt ved å påføre varmeskje i de ulike fargeområdene i 30 sekunder med melinex mellom skjeen og malerioverflaten. Under arbeidsmikroskop var det mulig å observere dersom fargene endret glans eller tekstur. Det ble testet med både 75°C og 90°C. Etter Bergers anbefalinger ble ulike fargeområder undersøkt, siden varmesensitiviteten kan variere avhengig av pigmenter, bindemiddel og tilsetninger, samt grad av tverrbindinger i polymeren (2000: 96).

7.3.3. Strukturell forsterkning av lerretet

Den hellige familie manglet de opprinnelige kantene og hadde slik det var ingen mulighet for oppspenning. Det var ønskelig å utføre strukturelle tiltak som gav tilstrekkelig støtte til det nedbrutte underlaget i tillegg til oppspenningsmulighet.

Riftreparasjoner

Før videre strukturell forsterkning ble utført var det hensiktsmessig å lukke åpne revner langs bretteskaden og andre små svakheter sentralt i motivet, samt rifter som hadde oppstått der lerretet hadde vært festet i blindrammen (ill. 40). En revne utgjør en svakhet i maleriunderlaget og fører til at kontinuiteten i lerretsstrukturen brytes (Berger 1993: 114, Young 2003: 55). Målet med en riftreparasjon er å gjenvinne lerretets mekaniske integritet og fordele belastninger jevnt over maleriunderlaget og på denne måten hindre at riften utvider seg (1993: 114, 2003: 56).

Et alternativ var å feste lapper av et tynt, uvevd materiale på baksiden av lerretet. Metoden innebærer at et klebemiddel påføres på lappmaterialet, klebemiddelet gjør at dette området vil ha et annet spenn enn lerretet rundt. Spennforskjellene kan resultere i at lappene over tid framstår som synlige avtrykk i motivsiden (Young 2003:57). Da det var flere hull og revner i maleriunderlaget i *Den hellige familie* ville dette kreve mange lapper på baksiden, noe som ikke var ønskelig.

Heiber utviklet en metode for å gjenveve og feste sammen trådene som opprinnelig har vært hele slik at kontinuerlige, vevde struktur gjenskapes (1996: 35). Metoden blir i Youngs gjennomgang av ulike riftreparasjoner beskrevet som et ideelt festesystem, der størst mulig overflate av trådene er festet til hverandre uten at overlapping oppstår (2003: 56).

Trådene i lerretsriftene i *Den hellige familie* var brudne, sprø og ikke mulig å trekke sammen med Heibers metode. Det ble isteden utført lerretsbroer, der løse tråder fra originalerretet i tillegg til et sekundært linlerret ble festet over revnen (ill.62). Det ble benyttet sveisepulver, som har den fordel at det kunne påføres tørt og varmeaktiveres, slik at lite lim og små festepunkter var mulig.

Dublering og kantdublering

Fram til 1970-årene var heldublering en standardprosedyre for forsterking av malerilerret (Young og Ackroyd 2001: 85). Konservatorer hadde imidlertid lenge observert negative konsekvenser av klister og voksharpiksdubleringer, som vevsavtrykk, utjevning av tekstur, og at klebemidlene hadde en tendens til å trenge inn i originalerretet og i stor grad påvirke lerretets mekaniske egenskaper (Ackroyd 2002: 4, Hackney 2004: 2, Andersen 2013: 79-80).

Under *The Greenwich Lining conference* i 1974, ble heldublering av lerretsmaleri for første gang problematisert i en internasjonal diskurs. Konferansen har i ettertid blitt et symbol på en omveltende holdningsendring innen strukturell konserveringsbehandling (Bomford 2001: 5).

Ackroyd mfl. gjennomgikk spørreundersøkelser fra 1975, 1984 og 2001, for å kartlegge strukturelle behandlingsvaner i en rekke land (2002: 14). Svarene speiler hvordan trender har endret seg siden konferansen. I 1975 var voksharpiks-dublering utført på varmebord normen. Utover 70- og 80-årene ble syntetiske lerret og klebemidler, og lavtrykksbord en del av dubleringspraksisen. I 2001 hadde heldublering imidlertid avtatt betraktelig og blitt erstattet av alternative metoder som kantdublering, riftreparasjon og løs dublering (2002: 17-20).

Heldublering medfører et større inngrep i et maleri enn disse alternativene, da hele det originale lerretet dekkes av klebemiddel og støttelerret. Målet med den strukturelle behandlingen av *Den hellige familie* var imidlertid å sørge for et underlag som forble stramt og sterkt på lang sikt. Varierende klima i Valstads atelier gjør at mekaniske spenninger i maleriets materialer ikke vil unngås. Andersen påpeker at kantdublering av eldre lerret generelt ikke kan anbefales i slike omgivelser (2013:127). Spennforskjeller i overgangen mellom originalerretet og kantdubleringen kan resultere i krakeleringer og fargeoppskallinger (2013: 127). På grunnlag av dette, samt lerretssvakhetene i sentrale deler av maleriet og mangel på oppspenningskanter, ble heldublering vurdert som det mest hensiktsmessige alternativet. Det var imidlertid vesentlig at behandlingen og materialene som ble benyttet ikke ville bidra til nedbrytning av de originale materialene. Dette innebar at materialene i minst mulig grad skulle respondere dimensjonalt på klimavariasjonene i utstillingsrommet, ikke trekke inn i det originale lerretet og være mulig å ta av i ettertid.

Valg av dubleringsmaterialer

Det teoretiske grunnlaget for valg av dubleringsmaterialer i masterprosjektet kan knyttes til flere forskningsprosjekter som ble opprettet i kjølevannet av konferansen i Greenwich. I Hedleys trekkstyrke-tester på 80-tallet, ble lerret av polyester påvist som et egnet dubleringsunderlag fordi det er et stivt og isotropisk materiale som forblir stramt over tid (1981: 78-79, Hedley og Villers 1982: 82). Dette henger sammen med materialets lave respons på fuktighet (1982: 83). Syntetiske fibre har færre polare funksjonelle grupper og en høyere krystallinsk polymerstruktur enn naturlige fibre, noe som gjør at vann i liten grad tas opp i fibre (Young og Jardine 2012: 3).

Flere av forskningsresultatene antyder riktignok at polyesterseildukens stivhet ikke er ubetinget. I *CCIs* studier av dubleringslerret gjennom tre tiår var polyesterseilduk det av de undersøkte materialene med størst bæreevne for spennet i maleristrukturen i de fleste klimatiske forhold (Hartin mfl. 2011: 8). Resultatene tilsa imidlertid at polyesterlerrets bæreevne svekkes i 12 % relativ fuktighet i henhold til evnen ved 50 % RF (Michalski og Hartin 1996: 290-293, Hartin mfl. 2011: 8). Andersen kom fram til lignende resultater i sine trekktester i 2013 (121). Young påpeker at også lerretets vevskarakteristikk er avgjørende (1999: 87, Young og Jardine 2012: 15).

Til sammen har forskningsprosjektene avslørt at dubleringslerretets ikke nødvendigvis er det stiveste elementet i maleristrukturen under alle forhold. Studiene gir likevel argumenter som tilsier at syntetiske polyesterlerret er mindre fuktresponderende og mer isotropiske enn lerret av lin og andre organiske materialer (Young og Ackroyd 2001: 100, Andersen 2013: 106-110). I tillegg er polyesterseilduk resistent mot mikroorganismer og svært slitesterkt, noe som er en fordel for belastningsutsatte oppspenningskanter (Hedley og Villers 1982: 85). På bakgrunn av litteraturstudiene ble et lerret av polyester P 110 215 g/m² ansett som det mest egnede lerretsmaterialet for heldublering av *Den hellige familie*.

For å velge dubleringslim ble det i tillegg til litteratursøk utført små testdubleringer der ulike festeteknikker og klebemidler ble utprøvd (for resultater og beskrivelse se tabell 3). Mange faktorer kan ha påvirket disse resultatene og de er ikke å anse som vitenskapelig representative da det er for mange variabler. Testene var likevel utslagsgivende for at det ble valgt å bruke filmutgaven av Beva-371 i dubleringen av *Den hellige familie*. I undersøkelsene var Beva-371-film den eneste kleberen som sørget for en jevn heft uten å trekke inn i lerretet. Beva-371-filmens evne til å forbli intakt mellom originalerretet og dubleringslerretet ble fotodokumentert i Andersens forskningsprosjekt (2013: 96). Dette er svært fordelaktig fordi limet vil ha mindre mulighet til å endre malerilerretets kjemi og utseende når det ikke trenger inn i lerretsstrukturen. I tillegg er dubleringen enklere å fjerne i ettertid.

Beva-371 er en syntetisk voksharpiks-kleber²⁰ utviklet spesielt for konserveringsbruk av Gustav Berger på 1970-tallet og var i spørreundersøkelsene fra 2001 et av de mest benyttede limene innen strukturell konservering (Ackroyd mfl 2002: 16). Beva-371 er termoplastisk og varmeaktiveres ved 65 °C (Berger 2000: 95). Dette har både fordeler og ulemper. Varme vil kunne mykgjøre fargelagene og bidra til en ytterligere planering. Samtidig er varme relatert til nedbrytning.

Publiserte forskningsresultater tilsier at Beva-371 i kombinasjon med polyesterduk i liten grad responderer på endringer i relativ fuktighet og forblir elastisk over tid (Young og Ackroyd 2001: 100, Hartin mfl. 2011: 8, Andersen 2013: 101). Andersen anbefaler RF-nivåer mellom 30-60 % for en dublering med Beva-film på polyesterseilduk (2013: 122). Målingene gjort i Valstads atelier tilsier at RF-nivåene sjelden overskrider disse nivåene (tabell 7).

Både Berger og Russel samt Andersen beskriver hvordan et mellomlegg mellom dubleringslerretet og originalerretet kan være et effektivt middel for å stive av strukturen ytterligere, samt gjøre dubleringen enklere å fjerne i ettertid (2000: 91, 2013: 121). Berger anbefaler mellomlegg av Hollytex og Mylar, som ikke er hygroskopiske og kan fungere som en fuktbarriere (2000: 93). I et

²⁰Beva-371 inneholder etylenvinylacetatpolymere med karbonyl-grupper som sørger for sterke bindeevner i tillegg til kortkjedede harpikspolymere som senker smeltepunktet (Ashley-Smith 2002: 56-57).

svensk studentprosjekt der ulike mellomleggsmaterialer ble testet var mellomlegg av Holytex enklere å ta av enn tynne papirinnskudd (Stömbom 2013: 41). Det ble derfor benyttet et mellomlegg av Hollytex i dubleringen av *Den hellige familie*. Dette er et polyestermateriale som er sterkt, men samtidig tynt og har en uvevet struktur som ikke vil gi avtrykk i fargelagene.

Utførelse

Den vertikale lerretsskjøten langs venstre side i *Den hellige familie* gjorde det nødvendig å tilpasse dubleringsbehandlingen. Det var ønskelig å forhindre at sømmen ble presset fram under dubleringen, noe som ville gjøre skjøten mer synlig på motivsiden. Ludvigsen og Bagge la frem en lignende problematikk i Vantaa i 2010, der problemet ble løst ved å klippe til mellomlegget og dubleringslerret slik at det ikke overlappet skjøten. Samme løsning ble valgt i masterprosjektet og det ble først utført en kantdublering langs den tilskjøtede lerretsremsen med varmeskje (ill.65).

I dubleringen av hovedlerretet ble polyesterduken og mellomlegget av Hollytex først festet sammen ved bruk av strykejern. Da det allerede hadde oppstått vevsavtrykk i fargelag i *Den hellige familie*, var det ønskelig å feste originallerretet til laminatet med jevnt og kontrollert press og med mulighet for å følge med på motivsiden. Mehra beskriver en kald metode der klebemiddelet løsemiddelaktiveres framfor å benytte varme (Mehra 1984: 31-34). Det er også mulig å gjennomføre en kald Bevagel-dublering der det kun benyttes press (Cser 2002: 4). I testløsningene ble det observert mindre uniform heft ved bruk av spray og kalde metoder (tabell 3). Det ble derfor besluttet å utføre dubleringen med varme på lavtrykksbord²¹ da dette gav mulighet for et jevnt feste over det hele. Et trykk som skapes mekanisk vil være mer ensartet enn dersom varmejern benyttes (Berger 2000: 109). Ved hjelp av et kontrollpanel tilkoblet lavtrykksbordet, kan temperaturen reguleres og styrken på trykket justeres mellom fire nivåer (rhconservationeng.com). Det var mulig å ha god kontroll over maleriforsiden gjennom den transparente melinexen. For å unngå at lerretssømmen skulle presses opp under dubleringen ble sømområdet og den påsydde lerretsremsen plassert utenfor lavtrykksbordet. (Se ill.64 og 65 for beskrivelse).

7.3.4. Ny montering

Blindrammen var i god stand og det var ønskelig å beholde den. Det var imidlertid nødvendig å utføre enkelte justeringer før maleriet kunne spennes opp på ny. Blindrammelistene ble rensset for smuss og støv med tørr polyeturansvamp (ill. 32). Limrester ble fjernet mekanisk med høvel og sandpapir. Strukturell forbedring av blindrammen ble utført av snekkermester Bjørk. For å skape avstand mellom lerretet og blindrammelistene og slik forhindre at rammen avsatte spor på motivsiden ble en vulst i furu på 1 cm påklebet med hornlim. (ill. 70.) To sprekker i treverket ble

²¹ Lavtrykksbordet er produsert av *RH Conservation Engineering*.

festet med det samme limet. Før pyntelistene ble spikret inn i blindrammen ble de pusset for støv med en tørr svampt og spikrene ble erstattet med rustfrie spikre.

7.3.5. Forsidebeskyttelse

Malerioverflaten i *Den hellige familie* ble påført en forsidesikring ved to anledninger. Beskyttelsen skal sørge for en midlertidig sikring av de originale fargene og bør være enkel å ta av igjen (Thuer 2011: 12). Før transporten fra museet ble små lapper av japanpapir festet med 5 % størlim i destillert vann på utsatte områder av malerioverflaten. Sikringen var vannløselig og japanpapiret kunne fjernes ved lett fuktet pensel. Det ble også påført en forsidebeskyttelse langs maleriets kanter før malerilerretet ble demontert fra blindrammen. Fordi det ikke var ønskelig å bruke et vannløselig lim da vann kunne bli benyttet for å forenkle demonteringen fra blindrammen, samt til å fjerne rester etter animalsk lim på maleribaksiden, ble japanpapiret festet med Lascaux 375 i white spirit (1:2). Japanpapiret kunne i ettertid fjernes med lavaromatisk white spirit.

7.3.6. Punktkonsolidering av fargelag

Det ble ansett som nødvendig å punktkonsolidere løse fargeområder i maleriet, for å hindre at originale fargelag skulle løsne under håndtering og konserveringsbehandlingen. Å tilsette et konsolideringsmiddel er en irreversibel behandling (Horie 2010: 106). Det var derfor vesentlig å velge et klebemiddel med gode aldringsegenskaper og som er tilpasset klimaet i Valstads atelier.

Hygroskopiske lim sveller i fuktighet, og blir svært sprø i lav RF, noe som kan resultere i oppsprekking og redusert klebeevne over tid (Mecklenburg mfl 2012: 14). I tillegg er animalske og vegetabiliske limtyper mat for mikroorganismer og insektangrep. Dermed ble tradisjonelle hornlim, hudlim, størlim, samt funori og aquazol ikke ansett som egnede konsolideringsmidler.

Young poengterer at dersom et maleri skal henge i varierende klima, er det i tillegg viktig å vurdere konsolideringsmiddelets viskoelastiske respons på temperaturendringer (2012: 24).

Glassovergangstemperaturen (t_g) er det temperatursjiktet et materiale går fra å være fleksibelt til glassaktig med liten evne til belastning uten å sprekke opp (Horie 2010: 23, Young 2012: 28). I Valstads atelier ble det registrert temperaturnivåer mellom 8-30°C. Det var derfor hensiktsmessig å benytte et lim som var fleksibelt og ikke sprøtt i disse temperaturene.

Paraloid B72 er et lim som ikke er hygroskopisk og har lav t_g ifølge Youngs utregninger (2012: 28).²² Konsolideringsmiddelet er mye brukt innen konservering og har påvist svært god holdbarhet i flere forskningsprosjekter (Chiantore og Lazzari 2001:23-25, Bracci og Melo 2003:536). Paraloid B72 er utnevnt av Robert Feller som et produkt i *klasse A*, noe som vil si at materialet forblir

²² Young understreker at det er ulike metoder for å måle glassovergangstemperaturen for materialer og at det dermed er rom for ulike tolkninger av hva som er den bestemte t_g -temperaturen for hvert materiale (2012: 25).

stabil i 100 år eller mer (1978: 6). Dette vil ikke si at det ikke oppstår tverrbindinger og kjedesplitting i polymeren, men at reaksjonene er balansert slik at limet i liten grad endrer løselighet og beholder molekylkarakteristikker over lang tid (Chiantore og Lazzari 2001: 25).

Thuer anbefaler en 5-10 % løsning i toluen eller toluen /isopropanol (2011: 40). Ulike løsninger ble prøvd ut og delt ble valgt en løsning 6 % Paraloid B72 i toluen/ isopropanol (50:50). Limet ble påført lokalt i sprekker og fargeoppskallinger og rgelagene lagt ned med varmeskje.

7. 4. Rensing

7.4.1. Rensing av lerretsbaksiden

Lerretsbaksiden var svært støvete. I tillegg var det rester etter animalsk lim langs kantene der blindrammen hadde sittet (ill.60). Både støv, smuss og limrester har forsurende, nedbrytende effekt på lerretsmaterialet (Ashley-Smith og Wilks 1992: 13-14). Det er vesentlig å rense maleriets bakside før en strukturell forsterkning kan utføres (Berger 2000: 88).

Ved bruk av fuktighet vil støv og smusspartikler potensielt kunne trekkes gjennom lerretet og transporteres til maleriets forside. Det ble dermed ansett som en mer egnet å rense maleribaksiden tørt. Baksiden av lerretet ble renset, først med en myk pensel og museumsstøvsuger. Deretter ble maleriet lagt med motivsiden ned og baksiden ble renset med tørr polyuretansvamp (ill.61).

Mekanisk rensing med svamp innebærer en risiko for at mikroskopiske svamprester ligger igjen i tråder og fibere (Estabrook 1989: 85-86, Shashoua mfl. 2011: 8-9). Etter Daudin-Schottes anbefalinger ble svampene på forhånd skylt i demineralisert vann i 15 minutter for å rense vekk eventuelle vannløselige nedbrytende tilsetningsstoffer som kan ha blitt tilført i produksjonen og ikke er opplyst på pakkevedlegget (2012: 216-217). Svampene ble raskt svertet og måtte byttes ut ofte.

For å fjerne rester av animalsk lim fra lerretskantene var tørrens utilstrekkelig og tre ulike andre rensemetoder ble prøvd ut. Berger anbefaler en gel av 10 deler Klucel J i 50 deler vann med 40 deler etanol/isopropanol og metyl cellulose for å fjerne rester av klister på et malerilerret (2000: 336). Cremonesi understreker viktigheten av å redusere mengden fuktighet, da vann er et kjemisk svært sammensatt stoff som kan føre til en rekke kjemiske og mekaniske reaksjoner (2010: 179). Ifølge Cremonesi kan en rigid vannbasert 5% agargel fungere som en molekylær svamp og trekke ut overflatesmuss, uten behov for etterrensing, og dermed være effektiv for å fjerne vannløselige limrester på baksiden (2010: 183).

Gelene hadde imidlertid en tendens til å ligge igjen i den åpner lerretsstrukturen. Fordi begge metodene likevel innebar etterrensing med vann, ble det ansett som like tjenlig å benytte svamp

lett fuktet med lunket vann for å fjerne limrestene. Tilstrekkelig fukting av hygroskopiske lerret kan føre til at tekstilet krymper (Hedley 1989: 112-113, Bilson 1996: 246). Dette kan igjen medføre fargeoppskallinger og avskallinger (Berger 2000: 66). Det var dermed vesentlig å utføre en krympeundersøkelse av et 2 cm² stort område i malerilerretets øvre, høyre hjørne (K, Vedlegg 1), før behandlingen kunne gjennomføres.

7.4.2. Rensing av gulnet ferniss og overflatesmuss

Det var både estetiske og bevaringsmessige argumenter for å rense *Den hellige familie*. Målet med rensebehandlingen var å fjerne nedbrutt, misfarget harpiksfenniss og smuss, med minst mulig negativ effekt på de originale oljefargene. Richard Wolbers understreker at nettopp smuss integrert i misfarget fenniss, kan utgjøre særlig utfordrende renseproblemer, da dette er snakk om svært sammensatte substanser (2012: 519). Wolbers teorier om hvordan løsemidler kan manipuleres til et ønsket formål har vært vesentlig for rensebehandlingen i *Den hellige familie*.

En rensebehandling innebærer ofte visuelle forandringer på makronivå. Det som skal fjernes er gjerne estetisk begrunnet og det er vesentlig å vurdere hvilke visuelle virkninger en rensebehandling vil føre til og om disse endringene er ønskelige (Hedley 1985: 154). I *Den hellige familie* hadde smuss og fenniss en markant formørkende effekt i tillegg til en betydelig matning av overflaten, og rensetester tilsa at behandlingen ville ha stor påvirkning på maleriets utseende (tabell 5).

Samtidig er enhver form for rensing av en malerioverflate et inngrep som fører til varige, irreversible endringer i maleristrukturen. Det som fjernes kan ikke tilbakeføres (Phenix 1998: 387). Effekten ulike rensemidler kan ha på et maleri har blitt utforsket i flere empiriske studier. Forskningsresultatene har medført en større bevissthet angående rensemidlenes virkning og potensielle risikoer. Innledningsvis vil noen av hovedprinsippene fremlegges.

Et løsemiddel er kun effektivt dersom det som skal løses har tilsvarende molekyl-bindingskrefter. Dette er fordi det kreves mindre energi for å igangsette reaksjonen dersom molekylkreftene er like. Løsemiddelets styrke er dermed relativt i forhold til hva det skal løse (Hedley 1993: 128-130). Dette er med på å forklare hvorfor det gjerne benyttes ulike rensemidler for å fjerne smuss og for å fjerne nedbrutt fenniss. Smuss kan være komplekse sammensetninger av fett, salter og sot. Ofte benyttes vannbaserte såpeforbindelser med basiske og kelaterende egenskaper, surfaktanter eller enzymer, som løser både de hydrofobe og de hydrofile bestanddelene i smussbelegget (Wolbers 2000: 5-7). Naturharpikser vil på den andre siden sjelden løses av vannbaserte løsemidler alene. Fordi naturharpikser nedbrytes og blir mer polare med alderen er polare løsemidler som etanol, isopropanol eller aceton mer effektive for å løse eldre fennisslag (Feller og Curran 1975: 17-20).

Bindemiddelet i oljefarger polymeriserer over tid, noe som gjør at eldre oljefarger ofte er lite løselige, slik at det mulig å fjerne smuss og nedbrutt ferniss, uten å ta bort fargelagene (Ashley-Smith og Wilks 1993: 61). Ethvert rensemiddel vil imidlertid kunne svelle oljebindemiddelet i fargeområdet. Dersom bindemiddelet svelles tilstrekkelig er det fare for at pigmenter kan løsne (Michalski 1990: 88-90). I tillegg vil flyktige komponenter i oljen, kunne fordampe og etterlate fargestrukturen mer nedbrutt (Michalski 1990: 89-90, Phenix og Sutherland 2001: 52-53).

Nathan Stolows empiriske studier av svelling av blyhvitt bundet i standolje, tilsier at ulike løsemidler sveller oljefarger i forskjellig grad (1985: 88-91). Gerry Hedley plasserte Stolows forskning i Jean P. Teas' løselighetsdiagram over organiske løsemidler og lagde en risikosone for svelling av oljefarger (Hedley 1993: 32). Teas-diagrammet er basert på Charles Hansens utregninger av sekundærkreftene som holder molekylene i et stoff samlet. Parameteren deler opp de tre hovedkategoriene krefter mellom molekyler: dispersjonskrefter, polare krefter og hydrogenbindinger (Stavroudis og Blank 1989: 5-7). Med oljesveldområdet markert i Teas diagram er det mulig å forutse hvor de ulike løsemidlene er virksomme i forhold til ferniss og oljefarger. Alan Phenix påpeker at Teas diagrammet imidlertid kun tar for seg noen av parametrene som avgjør evnen til svelling og dermed er et begrenset redskap (1998: 391-392).

Stavroudis mfl. understreker viktigheten av å utforme rensemidler tilpasset de aktuelle renseutfordringene for hvert enkelt maleri (2005: 17-18). Det ble utført renseprøver med 14 forskjellige rensemidler i ulike fargeområder i *Den hellige familie* (tabell 5.). Effekten av hvert rensemiddel ble vurdert visuelt i normal og UV-belysning og under arbeidsmikroskop etter 30 sekunders bearbeidelse med bomullspinne (tabell 5). Rensetester med ulike vannbaserte rensemidler gav alle sorte smussavsetninger på bomullspinnen i varierende grad, og overflatemetningen ble gjenvunnet (tabell 5). Teknikkene var imidlertid tidkrevende og gav ikke et estetisk tilfredsstillende resultat i lyse fargeområder som fremdeles framsto skitne og ujevne. Det ble dermed testet med organiske løsemidler isopropanol, etanol og aceton. Heller ingen av disse løsemidlene gav ønskelige resultater.

Det ble også undersøkt effekten av løsemiddel-baserte geler og emulsjoner (tabell 5). Fordelen ved å tilsette organiske løsemidler i fortykkende polymere som Carbopol eller Pemulen er at penetreringskraften reduseres og fordampingsraten senkes (Khandekar 2004: 6). Dette muliggjør en mer kontrollert påføring der løsemiddelet kan virke lengre på en mer avgrenset del av overflaten. Slike fortykkede rensemidler kan være mer effektive når det gjelder å fjerne smuss og ferniss (Phenix og Wolbers 2012: 545-546).

Av løsemiddelgelene som ble utprøvd var særlig en Pemulenemulsjon²³ med ulike mengder benzylalkohol (BnOH) egnet til å løse nedbrutt ferniss og smusspartikler med kortest eksponering på overflaten og minimal matning av fargeområdet. Slike olje-i-vann emulsjoner har både lipofile og hydrofile regioner og er spesielt utviklet for rensing av komplekse kombinasjoner av smuss og nedbrutt ferniss (Phenix og Wolbers 2012: 519). Fordelen med en Pemulen-emulsjon er at ulike kjemiske egenskaper kan utnyttes simultant. Vannfasen gjør det mulig å løse smuss og de mest oksiderte fragmentene av fernisslaget, løsemiddelfasen løser de mindre oksiderte delene av fernisslaget (Wolbers 2012: 523).

Syre- og basefunksjoner er parametere som vil også kunne medføre svelling av oljefarger, men som ikke er medregnet i Teas diagram (Phenix 1998: 391-392). Wolbers beskriver hvordan vannbaserte rensemidler kan tilpasses malerioverflatens pH for å minimere risikoen for svelling av fargelagene under rensing (2012: 502).²⁴ Han anbefaler å benytte et rensemiddel med pH mellom 5.5-8.5 og som ikke overskrider pH-nivåene målt på malerioverflaten med mer enn 2 (Wolbers 2000: 22). pH-verdien på Pemulen-løsningen ble dermed tilpasset malerioverflaten til 7,7 ved å tilsette trietanolamin (TEA).²⁵ TEA fungerer som en buffer slik at pH-nivåene ikke forandres under rensing. I tillegg virker basen kelaterende og gjør komplekse metallsalter og nedbrytningsstoffer i smusset mulige å løse (Wolbers 2012: 505).

Ulempen med løsemiddelgeler og emulsjoner er at det er nødvendig å etterrense malerioverflaten. Dermed unngås ikke tilsetning av flytende løsemidler som trekker ned i maleristrukturen. Khanjian mfl. har påvist at løsemidler kan forbli i fargestrukturene selv flere dager og uker etter påføring (2004: 82-83). I tillegg er det en risiko for at nedbrytende gelrester etterlates i sprekker der det ikke er mulig å komme til med bomullspinnen (Phenix og Wolbers 2012: 527). Stulik og Miller har gjort kvantitative målinger av mengden Carbopol og Etomeen, som er lignende akrylsyrer som som ligger igjen på en renset malerioverflate (2004: 35). Resultatene tilsier at mengden gel som blir liggende er forbundet med malerioverflatens tekstur er (2004: 43).

I lyse fargeområder gav Pemulen med 10 % benzylalkohol en ønsket renseeffekt (ill.32). Enkelte områder var det nødvendig å påføre gel to til tre ganger. I teksturerte områder og lerretsavtrykk var det hensiktsmessig å benytte pensel som kom til i fordypninger i strukturen. Mørke

²³ Pemulen er en polyakryllisk syre tverrbundet med langkjedede metakrylater (Tegeli m.fl. 2011: 53). Grunnet både lipofile og hydrofile regioner er Pemulen en egnet emulgator for stabile blandinger av polare og u-polare løsemidler (Tegeli m.fl. 2011: 56).

²⁴ Malerioverflatens pH ble målt ved at små gelstykker laget av 4 % Agarose i pH-nøytalisert vann ble plassert på hvert fargeområde. Gelen fikk ligge i et minutt, som tilsvarer omtrent hvor lenge rensemiddelet er på malerioverflaten. Deretter ble gelbitens pH-verdi målt med et pH-meter (Wolbers metode beskrevet av Navelsaker og Syversen 2014: 46). Fordi en rigid agargel binder vannet, vil malerioverflaten fuktes minimalt slik at skjolder unngås (Cremonesi 2010: 179). (Tabell 4)

²⁵ TEA er en organisk base som fremstilles teknisk av etylenoksid og ammoniakk.

bindemiddelrike fargeområder kan være mer sensitive enn blyhvitt (Phenix og Wolbers 2012: 538). Derfor ble en løsning med 5% BnOH anvendt i mørke hudpartier. Det ble benyttet lavaromatisk white spirit til å fjerne rester (anbefalt av Navelsaker og Syversen 2014: 48).

I sort og blå bakgrunn ble det registrert at Pemulengelen tok opp pigment. Det ble derfor besluttet å utføre en selektiv rensing der mørke fargeområder kun ble overflaterenset for å mette fargene. Det ble benyttet Pemulengel med de samme gode kelaterende egenskapene og tilpasset pH, men uten benzylalkohol. Hedley poengterer at en slik selektiv metode der kun lyse områder renses kan bidra til å gjenskape den tonale helheten i et maleri, men at det samtidig er øke kontrastene i motivet (1985: 156) Fordi tilsmussingen var mest forstyrrende i lyse områder ble dette ansett som en akseptabel visuell virkning.

7.5. Visuell reintegrering

7.5.1. Fernisering

Fernisering av malerioverflaten har avgjørende betydning for maleriets glans og fargemetning (de la Rie 1987: 1-2). Samtidig utgjør fernisslaget en beskyttende barriere mot luftbåren smuss og er en isolasjon for retusjeringsfargene. For å begrense et tilbakevendende behov for rensing og påføring av ny ferniss, var det ønskelig å tilføre ferniss med gode optiske egenskaper, som samtidig beholder transparens, løselighet, og som gulner og sprekker opp i mindre grad enn ferniss av naturlige forekomne harpikser som dammar og mastiks.

To lavmolekylære, syntetiske alternativer som skal være mer fotokjemisk stabile er hydrokarbonharpiksen Regalrez 1094 og den reduserte ketonharpiksen MS2A. I akselerert lysaldring var Regalrez 1094 noe mer motstandsdyktig mot tverrbindinger, gulning og endring i løselighet enn MS2A (de la Rie og McGlinchey 1990: 172). Dette har en sammenheng med at hydrokarbonharpiksen inneholder færre kjemisk aktive, funksjonelle grupper enn ketonharpiksen (de la Rie 1993: 169-170).

Det var også vesentlig å velge en kombinasjon av harpiks og løsemiddel som sveller oljefargene minimalt. Påføring av fernisslag innebærer å tilsette organiske løsemidler til maleristrukturen. Fernisspåføring er en irreversibel behandling, som ikke bare påvirker maleriets overflatelag, men trekker gjennom hele maleristrukturen. Sutherland har påvist effekten harpiksferniss i organiske løsemidler kan ha på eldre oljefarger ved å måle fettsyrekonsentrasjoner i oljefargene før og etter fernisering (2000: 56-57). Testresultatene indikerer at selv en liten mengde løsemiddel kan ha en uønsket svelleffekt av oljefargene (2000: 56-57). Regalrez 1094 i en lavaromatisk hydrokarbon (Shellsol 340 HT) gav lavest utslag i Sutherlands svellforskning. Ketonharpiksen MS2A i samme løsemiddel gav noe større svellnivåer, grunnet de mer polare ketongruppene (2000: 56-57).

Fordi *Den hellige familie* er utstilt på en vegg som er belyst fra siden, var det også estetiske hensyn å ta i valget av sluttferniss (ill.5). Det var aktuelt å tilføre ferniss som gav god metning og lav glans. De la Rie påpeker hvordan ulike ferneris har forskjellige optiske egenskaper (1987: 3-5). Ulik molekylvekt, viskositet og brytningsindeks er avgjørende for fernissenes evne til å mette fargene og skape glans (1987: 3-5). Maleriets plassering i sidebelysning gjorde at valget falt på MS2A, som er mindre blank enn Regalrez, på tross av fernissens noe dårligere utslag i aldringstestene. Lave UV- og luxnivåer tilsier at fotokjemisk nedbrytning er et mindre problem i Valstads atelier.

Malerioverflaten ble tilsatt 3 tynne påføringer med en fernissløsning av 25 g MS2A løst i 55 ml white spirit (ill. 69). White spirit er et lavaromatisk organisk løsemiddel, og kan forventes å ha lignende svelleeffekt som Shellsol 340 HT. Løsningen ble tilsatt 0,25 g Cosmoloid mikrokryсталinsk voks for å øke fernissens matthet. Voksinnholdet vil samtidig senke glassovergangstemperaturen og gjøre harpiksen mer fleksibel, noe som er en fordel i et varierende klima (Koller og Baumer 132). Voksinnholdet kan imidlertid gjøre overflaten mer klebrig for smuss og støv, noe som ikke er ønskelig, dermed ble kun en prosentandel benyttet.

7.5.2. Kitting og retusjering

Den hellige familie var preget av fargeavskallinger ned til grundering, spesielt langs kantene, men også i områder i hovedmotivet (ill.1). Den vertikale bretteskaden tvers gjennom Jesusfiguren var spesielt iøynefallende. Cesare Brandi formulerer hvordan fargeavskallinger er en avbrytelse av den figurative helheten i et maleri som kan ta beskuerens oppmerksomhet bort fra motivet (1963: 339-340). Fordi det menneskelige øye og hjernen underbevisst forsøker å skape forståelige former, kan et fargetap ofte bli en fremtredende figur i motivet (1963: 341, Wiik 2007: 97). Innmaling i fargetapene i *Den hellige familie* kunne argumenteres for fra et estetisk perspektiv. Retusjering ville kunne gjøre skadene mindre iøynefallende, slik at motivet igjen ble mer visuelt fremtredende.

Det var imidlertid ikke ønskelig å skjule maleriets aldringshistorie. I likhet med de andre maleriene på veggen i Valstads atelier er *Den hellige familie* preget av sin alder. Det ble ikke observert andre kittinger og retusjer i maleriet. Målet var dermed kun å tone ned de mest fremtredende fargeavskallingene.

Fargetapene ble på forhånd kittet (ill. 66). Kittets funksjon er å fylle avskallingene slik at alle områdene som skulle males inn er på samme plan som de omkringliggende originale fargene i *Den hellige familie*. Kittingen skal være et nøytralt underlag for retusjeringsfargene og er vesentlig for en holdbar retusj.

Fuster-Lopez m fl. påpeker at for at kittmaterialet skal fungere som et stabilt underlag for de overliggende retusjeringsfargene, og ikke sprekke eller løsne fra underlaget, må det både være elastisk og evne å stå imot bevegelser i lerretsmaleriet (2008: 181). Resultater av empiriske undersøkelser av ulike CaCO_3 -baserte kittmaterialers respons på klimatiske variasjoner tilsier at forholdet mellom lim og kritt er avgjørende for kittetes egenskaper (2008: 182). En høy pigmentandel kan gjøre kittet mer utsatt for dekomponering i RF-svingninger. Et høyt liminnhold kan sørge for bedre spennstyrke og stivhet, men dette avhenger av limets egenskaper (2008: 182)

I *Den hellige familie* ble Lascaux-375 varmekleber²⁶ utblandet med kaolin og benyttet som kitt. Leire av kaolinit er finere enn tradisjonelt kritt og gir en mindre knudrete overflate. Klebemiddelet har den fordel over animalske lim og gelatin at det er lite hygroskopisk. I tillegg har et varmeaktivert kitt gode påføringsegenskaper og kan enkelt flates til ønsket høyde for deretter å formes på plass med en liten varmeskje i fargetapet (Fuster-Lopez 2012: 592) (ill.66). Kittet ble blandet til omtrent 1:1 forhold, etter Fuster-Lopez anbefalinger for kitt av Beva-371 og kaolin (2012: 591-592). Noe sinkhvitt ble tilsatt for å lysne fargen på kittet.

Plassering tre meter opp på veggen i Valstads atelier var utslagsgivende for valget av retusjeringsteknikk (ill.5). I tillegg til en stor betraktningsavstand er belysningen i denne delen av rommet til tider dunkel. Det høyeste registrerte lysnivået var 161 lux midt på en skyfri dag i juni og det laveste kun 9 lux en ettermiddag i februar (tabell 6). Betraktningsavstanden gjorde det mulig å utføre retusjer som ikke er synlig fra tilskuerens ståsted, men godt mulig å oppfatte på nært hold. Det ble besluttet å kun retusjere skader som var forstyrrende fra lang avstand.

Bretteskaden tvers gjennom Jesusfiguren, Marias hånd og kappe, samt fargeavskallinger i Marias ansikt (ill.66) og noen av de mest fremtredende avskallingene langs kantene ble dermed malt inn. Det ble benyttet gouachefarger som ble mettet opp lokalt med MS2A (ill.66, ill.67, ill.71).

Saunders poengterer at belysningen spiller en stor rolle for hvor godt retusjeringens farger, tekstur og glans korresponderer med de omkringliggende, originale fargene (2000: 5). Lyskilder er sjelden fargenøytrale, metamerisme er et fenomen der to farger virker like under en lyskilde, men forskjellige under en annen (2000: 4). Maleriet i Asker museum er hovedsaklig belyst med en taklampe og dagslys fra vindu til venstre for maleriet og varierer med været, årstider og tidene på døgnet. Dermed vil retusjene på malerioverflaten ikke nødvendigvis framstå like hele tiden.

²⁶ Lascaux 375 er likhet med Bergers Beva-371 basert på en blanding av kopolymere av etylenvinyl acetat, sykloheksanon-harpiks og ftalatestere av hydroabietyl, alkohol og parafin som varmeaktiveres ved 62-65 °C (http://lascaux.ch/pdf/en/produkte/restauro/58370.02_Adhesive_and_Adhesive_Wax.pdf)

8. Ettervern

Langsiktig bevaring av *Den hellige familie* avgjøres ikke av konserveringsbehandlingen alene. Dersom maleriets nedbrytningskurs skal senkes og ytterligere skader unngås er det helt vesentlig at maleriets omgivelser er så optimale som det lar seg gjøre i Valstads atelier. Her fremlegges enkle, preventive grep som kan forbedre maleriets omgivelser.

8.1. Montering og plassering

Den hellige familie skal tilbakeføres til sin faste utstillingsplass på den sørøstvendte ytterveggen i Otto Valstads atelier (ill.5). Denne plasseringen er den samme siden Asker kommune overtok samlingen i 1949, og er en viktig del av maleriets historiske kontekst (Benterud pers.kom. 08.11.2013).

Mecklenburg påpeker at dersom et maleri plasseres på en yttervegg kan det oppstå et ugunstig mikroklima mellom maleriet og veggen, med store ytterpunkter i temperatur og relativ luftfuktighet (2007: 20). Dette mikromiljøet kan avvike betraktelig fra nivåer som er registrert ellers i rommet (2007: 20). På varme sommerdager kan høye temperaturer og lave rf-nivåer oppstå mellom maleriet og ytterveggen. På kalde vinterdager kan lave temperaturer, høy relativ luftfuktighet, og i verste fall kondens forekomme. Direkte fuktighet på maleriet kan ha en svært nedbrytende effekt på maleriets materialer og i tillegg tiltrekke seg mugg og mikroorganismer (Mecklenburg 2007: 20).

Det ble besluttet å montere en bakplate av kanalplast til maleriets bakside.²⁷ En bakplate er et enkelt og effektivt musealt grep med flere gunstige funksjoner (Michalski 1990: 44, Hackney 2007: 231). Muligheten for luftgjennomstrømning gjør kanalplasten godt isolerende. Ved å skape en luflomme mellom ytterveggen og maleriets bakside kan klimavariasjonene bak maleriet reduseres (Mecklenburg 2007: 20, Hackney 2007: 231). I tillegg utgjør en rigid bakplate festet til blindrammen en fysisk barriere mot luftbåren smuss, samt en beskyttelse mot støt og slag fra baksiden (Hackney 2007: 231). Bakplaten på *Den hellige familie* er også med på å stabilisere blindrammen. Fordi den ble montert på baksiden er ikke kanalplasten synlig for museets besøkende. Platen er i tillegg enkel å ta av med få skruer dersom det skulle være nødvendig å komme til maleribaksiden.

Hackney understreker at innglassing av et maleri vil føre til et ytterligere stabilt mikroklima og i tillegg beskytte motivsiden mot fukt og luftbåren smuss (2007: 232). Det anbefales derfor å montere glass på maleriene i Valstads samling.

²⁷ Kanalplasten er en transparent, dobbeltisolérplate av polykarbonat, ca 4 mm tykk.

8.2. Relativ luftfuktighet og temperatur

Relativ luftfuktighet og temperatur er tett forbundet og er avgjørende betingelser for den langsiktige bevaringen av *Den hellige familie*. Høy fuktighet og temperatur aktiverer kjemiske nedbrytningsreaksjoner i materialer kan gjøre forurensningskilder mer reaktive (Michalski 1990: 45-48, Tétreault 2004: 28). I tillegg koloniserer mugg og mikroorganismer som lever av vegetabilsk materie i fuktige, varme omgivelser over 65 % RF (Tímár-Balázs og Eastop 1998: 30-31). Lave temperaturer og lav relativ fuktighet kan på den andre side føre til at materialer mister elastisitet og sprekker opp (Michalski 1990: 45). Særlig er hyppige og store klimatiske variasjoner ugunstig. Thompson anbefaler et RF-sjikt mellom 50 og 60 % for oljemaleri på lerret (1986: 88,118). Temperaturer rundt 21 °C er ifølge Michalski akseptable nivåer for maleri (1990: 48).

Elleve måneders kontinuerlig overvåkning av den relative luftfuktigheten og temperaturen i Valstads atelier tilsier at de klimatiske variasjoner tidvis ligger utenfor de anbefalte verdiene (tabell 7). RF-verdiene varierer mellom 27-64 %, og på det meste ble det registrert et daglig variasjonsspenn på 18 %. Den varmeste målte temperaturen var 32 °C og den laveste var 8 °C.

Til sammenligning ble det gjort studier av værmålinger for Asker utført ved Meteorologisk institutt (yr.no, tabell 7) og solberegninger (suncalc.net, tabell 7) for februar til desember 2013. Ikke overraskende var det en tydelig sammenheng mellom utendørstemperaturer, nedbør og sollys og klimaet i atelieret. Dette er vanskelig å motvirke, uten at utstillingsrommet etterisoleres.

Verdiene blir imidlertid også påvirket av aktivitet i utstillingsrommet. For eksempel ble det på datoen for årsmøtet som holdes i atelieret, registrert høynet temperatur og medfølgende senket relativ luftfuktighet (tabell 7). I forbindelse med store besøksantall vil enkle foretak som at fuktig yttertøy og sko plasseres i gang utenfor utstillingsrommene kunne redusere variasjonsspennet.

8.3. Lysforhold

Fotokjemisk nedbrytning grunnet lys og energirike UV-stråler, utgjør en trussel for organiske og uorganiske materialer (Thompson 1986: 2). Thompsons anbefalte lysnivåer for maleri på lerret er 200 +/- 50 lux²⁸ (1986: 23, 33). Månedlige lux- og UV-målinger ble utført ved maleriets plassering på veggen i Valstads atelier (tabell 6). Maksverdiene som ble registrert var 161 lux og UV-nivåer nær 0, selv midt på dagen i sommermånedene, noe som er godt innenfor Thompsons anbefalinger. Dette tyder på at UV-filteret som er plassert på atelierets sørøstvendte hovedvindu reduserer UV-strålingen i utstillingsrommet betydelig. UV-filteret er dermed et enkelt og meget virkningsfullt tiltak, som med fordel kan benyttes også på andre vinduer i atelieret.

²⁸ Lux er enheten for lysets intensitet

9. Avslutning

Da *Den hellige familie* ankom konserveringsatelieret i 2013 var maleriet preget av strukturelle svakheter og fargetap i sentrale deler av motivet. Det nedbrutte maleriunderlaget i *Den hellige familie* er trolig en konsekvens av naturlige langsomme nedbrytningsprosesser, men det var også tydelig at tidligere ugunstige oppbevaringsforhold og en lite stabiliserende montering hadde bidratt til skader og rifter i lerretet, samt fargeavskallinger i motivet.

Det har vært svært interessant å kunne vurdere behandlinger i masterprosjektet opp mot maleriets faste utstillingsplass i Valstads atelier. På den ene siden har resultatene av de klimatiske målingene satt føringer for valg av materialer og stabiliserende tiltak, som heldublering og tilføring av bakplate. På den andre siden har muligheten til å utforske maleriets omgivelser, de andre maleriene i samlingen, og belysningen i rommet hatt betydninger for hvilke behandlinger som ikke har blitt gjort. Mange av fargeavskallingene i maleriet har blitt bevart som de er. Da *Den hellige familie* vil betraktes fra avstand i atelieret har det ikke blitt ansett som nødvendig å kitte og fylle inn alle tap. Samtidig har dette heller ikke vært ønskelig da krakeleringsmønstre, avskallinger og avtrykk i fargelagene utgjør en del av maleriets historie.

Grunnet oppgavens begrensning er det flere aspekter ved *Den hellige familie* som enda står ubesvart. Det kunne for eksempel vært interessant å gjøre videre pigmentanalyser i det fiolette fargeområdet for å vurdere nærmere om dette er en farge som kan ha falmet med tiden.

10. Litteratur og referanser

Litteraturliste

- Ackroyd, Paul. (1998) "Past and present methods for the removal of severe distortions in canvas paintings" i *The picture restorer* (høst 1998). s.13-19
- Ackroyd, Paul. (2002) "The structural conservation of canvas paintings: Changes in attitude and practice since the early 1970s" i *Reviews in Conservation* nr.3, IIC, s. 3–14
- Ackroyd, Paul, Alan Phenix og Caroline Villers. (2002) "Not lining in the twenty-first century: Attitudes to the structural conservation of canvas paintings" i *The Conservator* nr. 26, s.14-23
- Ackroyd, Paul og Caroline Villers. (2003) "The Problem with Minimalism" i Bustin M. og T. Caley T. (red.) *Alternatives to Lining. The structural treatment of paintings on canvas without lining*. Konferanse ved British Association of Paintings Conservator-Restorers og the United Kingdom Institute for Conservation Paintings Section, (London 19. september 2003).United Kingdom Institute for Conservation, s. 9-14
- Andersen, Cecil Krarup (2013). "Lined canvas paintings: Mechanical properties and structural response to fluctuating relative humidity, exemplified by the collection of Danish Golden Age paintings at Statens Museum for Kunst (SMK)" Doktorgradavhandling CATS Centre for Art Technological Studies and Conservation, Statens Museum for Kunst, KADK
- Appelbaum, B. (1987) "Criteria for Treatment: Reversibility". i *Journal of American Institute for Conservation* nr. 26, s. 65-73.
- Ashley-Smith J. vitenskapelig redaktør og H. Wilks. *Science for consevators: volume 2 – Cleaning*. London: Routhledge, 1992.
- Barrett, Sylvana og Dusan C. Stulik. (1995) "An integrated approach for the study of painting techniques" i *Historical painting techniques, materials and studio practice: preprints* (Universitetet i Leiden 26-29. juni 1995). The Getty Conservation Institute, s. 6-11
- Barnett, Jennifer. (2004) *Workshop: Identification of textile fibres*. (Barcelona, 18-20. november 2004)
- Berger, Gustav og William Russel. (1986) "Investigations into the reactions of plastic materials to environmental changes. part 1: The mechanics of the decay of paint films" i *Studies in Conservation* vol. 31, nr. 2 (mai 1986), s. 49-64
- Berger, Gustav. (1993) "Tears in canvas paintings: resulting stress changes and treatment" ICOM-CC 10th Triennial Meeting (Washington DC 22-27. august 1993) s. 113-117.
- Berger, Gustav og William Russel. (2000) *Conservation of paintings: Research and innovations*. London, Archetype Publications

- Bilson, Thomas. (1996) "Canvas shrinkage: a preliminary investigation into the response of a woven structure" ICOM-CC 11th Triennial Meeting (Edinburgh 1-6. september 1996, London, s. 245-252.
- Bomford, David. (2003) "The conservator as a narrator: Changed perspectives in the conservation of paintings" i Leonard, Mark (red.) *Personal viewpoints: thoughts about painting conservation*. Seminar ved The Getty Conservation Institute (Los Angeles 21-22. juni 2001) s. 1-12
- Bracci S. og M. J. Melo. (2003) "Correlating natural ageing and Xenon irradiation of Paraloid B72 applied on stone" i *Polymer Degradation and Stability* nr. 80, s. 533-541
- Brandi, Cesare. (1963) "Teoria del Restauro" Oversatt av Gianni Ponti. i Stanley Price, Nicholas M. Kirby Talley Jr. og Alessandra Melucco Vaccaro (red.) *Historical and philosophical issues in the conservation of cultural heritage*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute 1996, s.339-342
- Bruyn, J., B. Haak, S. H. Levie, P. J. J. Van Thiel og E. Van De Wetering. (1982) "Studio Practice and Studio Production" i *A Corpus of Rembrandt Paintings, Rembrandt Research Project 3*, Springer Netherlands, 1990, The Hague, Boston, London, s. 12-50.
- Buckley, Barbara A. (2012) "Stretchers, tensioning and attachment" i Stoner, Joyce Hill og Rebecca Rushfield (red.) *Conservation of easel paintings*. Oxon, Routledge s.148-160
- Bucklow, Spike. (1997) "The description of craquelure patterns" i *Studies in Conservation* vol. 42, nr. 3, s. 129-140
- Bucklow, Spike. (1997) "A stylometric analysis of craquelure" i *Computers and the Humanities* vol. 31, nr. 6, s. 503-521
- Catlin, D. og J. Grayson (1982). *Identification of Vegetable Fibres*. London, Chapman and Hall.
- Cassar, May. "The monitoring program", "Objects, people and space" og "Weather, buildings and environmental design" i *Environmental management: Guidelines for museums and galleries*. New York, Routledge, 1995.
- Cheng, K. L. og Da-Ming Zhu. (2005) "On Calibration of pH Meters". i *Sensors* nr 5. (april 2005), s. 209-219.
- Chiantore og Lazzari. (2001) "Photo-oxidative stability of paraloid acrylic protective polymers" i *Polymer* nr. 42, s. 17-27
- Chiari, Giacomo og Philippe Sarrazin. (2008) "Portable non-invasive xrd/xrf instrument: A new way of looking at objects surface" *9th International Conference on NDT of Art*, (Jerusalem 25-30. mai 2008). Los Angeles, Getty Conservation Institute, s.1-6

- Christie, Sigrid. (1973) *Den lutherske ikonografi i Norge inntil 1800. Bind 1 og 2*. Oslo, utgitt av Riksantikvaren, Forlaget land og kirke. Boken inngår i verket Norges kirker, i serien Norske minnesmerker.
- Cove, S. (1993). "Constable's oil painting materials and techniques", i Parris, L. og, I. Fleming-Williams (red.) *Constable*. Cross River Press, s. 493-529.
- Cremonesi, Paolo. (2010) "Rigid Gels and Enzyme Cleaning" i *Smithsonian contributions to museum conservation* nr 3, s. 179-183
- Cummings, A. og Gerry Hedley. (2003) "Surface texture changes in vacuum lining: Experiments with raw canvas", i Villers, Caroline (red.) *Lining Paintings- Papers from the Greenwich Conference on Comparative Lining Techniques*, London, Archetype Publications, s 87-94.
- Cser, Laszlo. (2002) "Some Lining Techniques Using BEVA Solution and BEVA Gel: Notes from the Bench" i *Journal of the Canadian Association for Conservation (J. CAC)*, Vol. 27. Canadian Association for Conservation, 2002, s. 3-5
- Daudin-Schotte, Maude, Madeleine Bisschoff, Ineke Joosten, Henk van Keulen og Klaas Jan van den Berg. (2012) "Dry cleaning approaches for unvarnished paint surfaces" i *Smithsonian contributions to museum conservation* nr. 3 s. 209-219
- De la Rie, E. René. (1982) "Fluorescence of paint and varnish layers (del 1)" i *Studies in conservation* nr. 27, IIC, s. 1-7
- De la Rie, René. (1987) "The influences of varnishes on the appearance of paintings" i *Studies in Conservation* vol. 32, nr. 1 (februar 1987) s. 1-13
- De la Rie, René og W. McGlinchey. (1990) "New synthetic resins for picture varnishes" i *IIC Brussel Congress*, (3-7. september 1990) London, s. 168-173
- De la Rie, René. (1993) "Polymer additives for synthetic low molecular weight varnishes" i *International Committee for Conservation* vol 2, s. 141-149
- Derrick, Michele, Dusan Stulik og James Landry. (1999) *Scientific tools in conservation: Infrared spectroscopy in conservation science*. Los Angeles, The Getty Conservation Institute
- Dunkerton, Jill, Foister, S., Dillian Gordon, og Penny, N. (1999) *Dürer to Veronese: Sixteenth century painting in the National Gallery*. New Haven/London, National Gallery,
- Eastaugh, Nicholas. (1990 "The visual effects of dirt on paintings» i *Dirt and pictures separated* UKIC & Tate Gallery conference, London.,s.19-23
- Eastaugh, Nicholas, Valentine Walsh, Tracy Chaplin og Ruth Siddal. (2013) *Pigment compendium: A dictionary and optical microscopy of historical pigments*. 2. utgave. London, Ruthledge

- Eastaugh, Nicholas, Jilleen Nadolny og Sarah Lowengard "Pigments in western easel painting" i Stoner, Joyce Hill og Rebecca Rushfield (red.) *Conservation of easel paintings*. Oxon, Routhledge. s.189-213
- Edlin, Herbert L. (1994) *What wood is that? A manual of wood identification*. Første gang utgitt i 1969, Hertford, Stobart Davies Ltd.
- Estabrook, Elizabeth. (1989) "Considerations of the effect of erasers on cotton fabric" i *Journal of the American Institute for Conservation* vol. 28, nr. 2 (høst 1989), s. 79-96
- Finaldi, Gabriele. (2000) "The dual nature" i *The image of Christ*, National Gallery Company Limited, London, Yale University Press. s. 44-73
- Feller, Robert L. (1978) "Standards in the evaluation of thermoplastic resins" i *ICOM Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting* (Zagreb 1978) s. 1-11
- Feller, R. L. og Catherine W. Bailie. (1972) "Solubility of aged coatings based on dammar, mastic and resin AW-2" i *Bulletin of the American group-IIC* 12, nr 2 (april 1972), s. 72-81
- Fuster Lopez, Laura, Marion F. Mecklenburg, María Castell-Agusti og Vicente Guerola-Blay. (2008) "Filling materials for easel paintings: when the ground reintegration becomes a structural concern" i Townsend, Joyce H. Tiarna Doherty, Gunnar Heydenreich og Jacqueline Ridge (red.) *Preparation for painting: the artist choice and its consequences* Archetype publications, s. 180-185
- Feller, R. L. og M. Curran (1975). "Changes of solubility and removability of varnish resins with age". i *Bulletin of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works* vol. 15, nr 2. (sommer 1975), s. 17-26
- France, Fenella G. (2005) "Scientific analysis in the identification of textile materials" i Janaway, Rob og Paul Wyeth (red.) *Scientific analysis of ancient and historic textiles: Informing preservation, display and interpretation, postprints*. AHRC Research centre for textile conservation and textile studies (13-15. juli 2004). London, Archetype Publications, s. 3-11
- Gettens, Rutherford J., Robert L. Feller og W. T. Chase. (opprinnelig utgitt i 1972) "Vermillion and cinnabar" i Roy, Ashok (red.) *Artists' pigments: a handbook of their history and characteristics* vol 2, 1993 National Gallery of Art, Washington. London, Archetype Publications, s. 159-182
- Gettens, Rutherford J., Herman Kühn og W. T. Chase. (opprinnelig utgitt i 1967) "Lead White" i Roy, Ashok (red.) *Artists' pigments: a handbook of their history and characteristics* vol 2, 1993 National Gallery of Art, Washington. London, Archetype Publications, s. 67-82
- Greaves P. H. og B. P. Saville. (1995) *Microscopy of textile fibres*. Royal Microscopical Society, Oxford, Bios Scientific Publishers

- Hackney, Stephen og Gerry Hedley. (1981) "Measurements of the ageing of linen canvas" i *Studies in Conservation* vol. 26, nr. 1 (februar 1981) s. 1-14
- Hackney, Stephen. (2004) "Paintings on canvas: Lining and alternatives" i *Tate Papers* (høst 2004). s 2-12
- Hackney, Stephen. (2007) "The evolution of a framing policy at Tate" i Padfield, T, Borchersen, K. og Christensen, M. C. (red.) *Museum microclimates: contributions to the Copenhagen conference, 19-23 November 2007*. Nationalmuseet, Danmark, s.229-335
- Hanssen-Bauer, Françoise. (1996) "Stability as a technical and an ethical requirement in conservation", i Bridgland, J. (red.) *11th triennial meeting, Edinburgh, Scotland, 1-6 September, 1996: preprints (ICOM Committee for Conservation)*. Earthscan Ltd. s. 166-171.
- Hartin, Hagan, Michalski, Choquette (2011) "CCI Lining project: testing of lined model paintings from fractions of a second to decades", s. 1-9
- Hedley, Gerry, Caroline Villers og V. H Mehra. (1980) "Artists' canvases: their history and future" i Villers, Caroline (red.) *Measured Opinions: Collected papers on the conservation of paintings: Gerry Hedley*. London, United Kingdom Institute for Conservation, 1993, s. 50-56
- Hedley, Gerry. (1985) "On humanism, aesthetics and the cleaning of paintings" i *Gerry Hedley Measured opinions*. Villers Caroline (red.). London: United Kingdom Institute for conservation, s. 1993: 152-166
- Hedley, Gerry. (1988) "Relative humidity and the stress/strain response of canvas paintings: Uniaxial measurements of naturally aged samples" i *Studies in conservation* vol. 33, nr 3. (august 1988). International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, s. 133-148
- Hedley, Gerry. (1989) "The practicalities of the interaction of moisture with oil paintings on canvas" redigert av Alan Phenix i 1989. i Villers, Caroline (red.) *Measured Opinions: collected papers on the conservation of paintings: Gerry Hedley*. London, United Kingdom Institute for Conservation, 1993, s.112-122
- Hedley, Gerry. (1993) "Solubility parameters and varnish removal: a survey". i *Gerry Hedley measured opinions*. Villers Caroline (red.). London: United Kingdom Institute for conservation, s. 128-134
- Heiber, Winfried. (1996) "The thread by thread tear mending method" Oversatt fra tysk av Marie Louise Sauerberg i *Alternatives to Lining*, BAPCR & UCIK Conference (19. September 2003) London, s 35-47.
- Hoadley, Bruce R. (1980) *Understanding wood: A craftsmans guide to wood technology* Newtown, Taunton Press

- Hoadley, Bruce R. (1995) "Identification of Wood in Painting Panels" i Dardes, Kathleen og Andrea Rothe (red.) *The Structural Conservation of Panel Paintings: Proceedings of a symposium at the J. Paul Getty Museum* (24–28. april 1995). Los Angeles, The Getty Conservation Institute, s. 21-38
- Hochleitner, B., V. Desnica, M. Mantler og M. Schreiner (2003) "Historical pigments: a collection analyzed with X-ray diffraction analysis and X-ray fluorescence analysis in order to create a database" i *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* vol 58, nr.4 (18. april 2003). s. 641–649
- Horie, Velson. (2010) *Materials for conservation: Organic consolidants adhesives and coatings*. Andre utgave. (Første gang utgitt i 1986). Oxford: Elsevier Ltd.
- Hults, Linda C. (1996) "Reproductive printmaking and related developments from the later sixteenth through the eighteenth century" i *The print in the western world: an introductory history*. Wisconsin, The University of Wisconsin Press, s. 253-322
- Khanjian, Herant, Dusan Stulik og David Miller. (2004) "Research into solvent gel residues" i Dorge, Valerie (red.) *Solvent gels for the cleaning of works of art: the residue question* The Getty Conservation Institute, s. 66-83:
- Karpowich, Adam. (1989) "In-plane deformations of films of size on paintings in the glass transition region" i *Studies in Conservation* vol. 34, nr. 2 (mai 1989), s. 67-74
- Keck, Sheldon. (1969) "Mechanical alteration of the paint film" i *Studies in Conservation* vol. 14, nr. 1 (februar 1969), s. 9-30
- Keith, Larry. (2008) "Annibale Carracci's Montalto Madonna" i Roy, Ashok (red.) *National Gallery Technical Bulletin* vol. 29. London, Yale University Press. s. 46-59
- Kirby, Jo, Marika Spring og Catherine Higgitt. (2005) "The technology of red lake pigment manufacture: Study of the dyestuff substrate" i Roy, Ashrok (red.) *National Galley technical bulletin* vol 26. s.71-87
- Klaas Jan van den Berg, Aviva Burnstock, Leslie Carlyle, Mark Clarke, Ella Hendriks, Rene Hoppenbrouwers, Jo Kirby og Ibbby Lanfear. (2006) "Fading of red lake paints after Vincent van Gogh: an interdisciplinary study involving three De Mayerne projects" i Boon, Jaap J. og Ester S. B. Ferreira (red.) *Reporting highlights of the De Mayerne programme*. The Hague: Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO) (november 2006) s.
- Klockenkamper R., A. von Bohlen, L. Moens og W. Devos (1992). "Analytical characterization of artists' pigments used in old and modern paintings by total-reflection X-ray fluorescence" i *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* vol 48, nr.2 (februar 1993). s.239–246
- Khandekar, Narayan. (2004) "Research into potential problems arising from the use of aqueous cleaning systems" i Dorge, Valerie (red.) *Solvent gels for the cleaning of works of art: the residue question* The Getty Conservation Institute, s. 12-17:

- Koller, Johann og Ursula Baumer. (1999) "Synthetic resins and synthetic resin varnishes: mechanical properties, ageing behaviour and solubility", i Harmssen, A. (red.) *Varnish: material, aesthetics, history: international congress* (Braunschweig 15-17. juni 1998). AdR-Schriftenreihe zur Restaurierung und Grabungstechnik, Herzog Anton Ulrich-Museum, s. 128-141.
- Landi, Sheila. (1992) "Technology" i *The textile conservator's manual*. 2. utgave. Oxford, Butterworth and Heinemann.
- Lehmann, Jürgen. (1996) "Raphael, The Holy Family with the Lamb of 1504: The Original and its variants" Studio-Exhibition Museum Fridericianum Kassel
- MacBeth, Rhona. (2012) "The technical examination and documentation of easel paintings" i Stoner, Joyce Hill og Rebecca Rushfield (red.) *Conservation of easel paintings*. London, Routledge s.291-306
- Mairinger, Franz. (2004) «UV-, IR- and X-ray-imaging" i Janssens K. og R. van Grieken (red.). *Wilson & Wilson's comprehensive analytical chemistry. 42: Non-destructive microanalysis of cultural heritage materials*. Antwerpen, Elsevier, s. 15-71
- Mecklenburg, Marion. F. (2007) "Micro climates and moisture induced damage to paintings", i Padfield, T, K. Borchersen og M. C. Christensen (red.) *Museum microclimates: Contributions to the Copenhagen conference* (19-23. november 2009). Nationalmuseet, Danmark, s. 19-25.
- Mecklenburg, Marion. F, Laura Fuster-López og Silvia Ottolini. (2012) "A look at the structural requirements of consolidation adhesives for easel paintings" i Barros D'sa, Angelina, Lizzie Bone, Rhiannon Clarriocoates og Alexandra Gent (red.) *Adhesives and consolidants in painting conservation*. London, Archetype Publications, s. 7-23
- Mehra, Vishwa Raj. (1984) "Cold lining and its scope: some case histories" i *ICOM-CC 7th Triennial meeting Copenhagen Preprints* (10-14. september 1984) Getty Conservation Institutes. 31-34
- Michalski, Stefan. (1990) "A physical model of the cleaning of oil paint" i *Cleaning, retouching and coatings*. IIC London, s. 85-92
- Michalski, Stefan. (1990) "Time's effect on paintings" i Ramsay-Jolicoeur, B. A. og I. N. M. Wainwright (red.) *Shared responsibility: Proceedings of a seminar for curators and conservators* (National Gallery of Canada, Ottawa 26 – 28. oktober 1989) Ottawa, National Gallery of Canada, s. 39-53
- Michalski, Stefan og Debra Daly Hartin. (1996) «CCI Lining project: preliminary testing of lined model paintings» Eleventh Triennial Meeting, ICOM-CC, (Paris, 1996) *ICOM Committee for conservation* vol 1, s. 288-296
- Michalski, Stefan, Debra Daly Hartin og Christie Pacquet. (1993) "Ongoing research in the CCI lining project: peel testing of Beva 371 and wax resin adhesives with different lining supports", s. 1-9

- Moon, Thomas, Michael R. Schilling og Sally Thirkettle. (1992) "A note on the use of false-color infrared photography in conservation" *Studies in Conservation* vol. 37, nr. 1 (februar 1992) s. 42-52
- Navelsaker, Hedvig og Terje Syversen. (2014) Referat og sammendrag fra rensekurs med Richard Wolbers i Heggveit, Hilde (red.) *Norske konserver* s. 45-48
- Nel, Petronella. (2007) "A preliminary investigation into the identification of adhesives on archaeological pottery" i *AICCM Bulletin* vol 30, The Centre for Cultural Materials Conservation, s. 27-37
- Oriola, Marta, Gema Campo, Matija Strlič, Linda Cséfalvayová, Marianne Odlyha og Alenka Možir. (2011) "Non-destructive condition assessment of painting canvases using near infrared spectroscopy" i Bridgland J. (red.) *ICOM-CC 16th triennial conference* (Lisboa 19-23. september 2011). ICOM Committee for Conservation, s. 1-8
- Phenix, Alan. "Solubility parameters and the cleaning of paintings: an update and review" *Zeitschrift für kunsttechnologie und konserverung* 12, del II (1998): 387-409
- Phenix, Alan og Joyce Townsend. (2012) "A brief survey of historical varnishes" i Stoner, Joyce Hill og Rebecca Rushfield (red.). *Conservation of easel paintings*. London: Routledge, s. 252-263
- Phenix, Alan og Richard Wolbers. (2012) "Removal of varnish: organic solvents as cleaning agents" i Stoner, Joyce Hill og Rebecca Rushfield (red.). *Conservation of easel paintings*. London: Routledge, s. 524-554
- Plahter, Unn. (1987) "Verdien av maletekniske undersøkelser forslag til rutiner" i Stein, Mille, Grete Gundhus og Nina Hovda Johannesen (red.) *Riksantikvarens rapporter 14: Kirkekunsten lider: Hvordan bevare middelalderkunsten i de norske kirker*, Øvre Ervik, Alvheim & Eide, s. 45-47
- Plahter, Unn og Bjørn Kaland. (2004) *Painted altar frontals of Norway 1250-1350: Materials and technique*. London, Achetype publications
- Plesters, Joyce. (1956) "Cross-sections and chemical analysis of paint samples". i *Studies in Conservation* vol. 2, nr. 3 (april 1956) s. 110-157
- Posner, Donald. (1971) "The reform of religious painting" i *Annibale Carracci: A study in the reform of Italian painting around 1590*, vol. 1. London, Phaidon Press, s. 35-43
- Posner, Donald. (1971) "Holy family with Saint John the Baptist" i *Annibale Carracci: A study in the reform of Italian painting around 1590*, vol. 2. London, Phaidon Press, s. 43-44
- Rizzo, Adriana og Aviva Burnstock. (2003) "A review of the effectiveness and effects of de-acidification of linen, cotton and flax canvas after 17 years of natural ageing", i Buatin, M. og T. Caley (red.) *Alternatives to lining: The structural treatment of paintings on canvas without lining*, BAPCR & UCIK Conference, (19. september 2003), London, s. 49-54

- Sandalinas, Carmen og Sergio Ruiz-Moreno. (2004) "Lead-Tin-Antimony Yellow: Historical manufacture, molecular characterization and identification in seventeenth-century italian paintings" i *Studies in conservation* vol 49, nr. 1. s. 41-52
- Saunders, David. "Retouching: color vision and optical considerations" *Retouching Filling Conference 2000*. National Gallery, London (2000): 3-9
- Schreiner, M., B. Frühmann, D. Jembrih-Simbürger og R. Linke (2004). "X-ray in art and archeology: an overview." i *Advances in X-ray analysis* nr. 47, s. 1-17.
- Shashoua, Y., K. Segel, T. van Oosten, A. Laganá, B. Keneghan, G. Barabant, C. Bollard og S. Kuperholc. (2011) "Wiping away the dirt: A safe option for plastics?" i *ICOM-CC 16th Triennial Conference (Lisboa 19-23. sept 2011)* s. 1-9
- Stavroudis, Chris og Sharon Blank (1989). "Solvents and sensibility". i *WAAC Newsletter*, vol 11, nr 2 (mai 1989), s. 1-12
- Stols-Witlox, Maartje. (2012) "Grounds, 1400-1900" i Stoner, Joyce Hill og Rebecca Rushfield (red.) *Conservation of easel paintings*. Oxon, Routledge, s.161-188
- Strlič, Matija og Jana Kolar. (2005) "Degradation and stabilisation of cellulosic materials" i Janaway, Rob og Paul Wyeth (red.) *Scientific analysis of ancient and historic textiles: informing preservation, display and interpretation, postprints*. AHRC Research centre for textile conservation and textile studies (13-15. juli 2004). London, Archetype Publications, s. 33-37
- Stavroudis, ChrisTiarna Doherty og Richard Wolbes (2005) "a new approach to cleaning1: Using mixtures of concentrated stock solutions and database to arrive at an optimal aqueous cleaning system" i *WAAC Newsletter* vol 27, nr. 2 (mai. 2005)s, 17-28
- Strömbom, Emma. (2013) *Laminering av måleri på duk med och utan inskott. Studie av fem olika material och deras funktion som inskott i en laminering*. Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i Kulturvård, Konservatorprogrammet, Institutionen för kulturvård, Göteborgs Universitet.
- Stolow, Nathan. (1959) "Solvent action". i Feller, Robert Nathan Stolow og Elizabeth Jones (red.). *On picture varnishes and their solvents*. Washington: National gallery of art, s. 45-111
- Stuart, Barbara H. (2007) *Analytical techniques in materials conservation*. Chichester, John Wiley & Sons Ltd.
- Stulik, Dusan og David Miller. (2004) "Research into solvent gel residues" i Dorge, Valerie (red.) *Solvent gels for the cleaning of works of art: the residue question* The Getty Conservation Institute, s. 18-65:
- Sutherland, Ken. (2000) "The extraction of soluble components from an oil paint film by a varnish solution" i *Studies in Conservation* vol. 45, nr. 1, s. 54-62

- Taft, Stanley W. og James W. Mayer. (2000) *The science of paintings*. New York, Springer-Verlag
- Tegeli, V., Thorat, Y., Shivsharan U., Gajeli G., Kumbhar S., Chougule G. (2011) "Pemulen as a versatile emulsifier" i *International Journal of Drug Formulation & Research* Vol. 2 (jan-feb. 2011.), side 52-63.
- Tétreault, J. *Airborne pollutants in museums, galleries, and archives: risk assessment, control strategies, and preservation management*. Canada, Canadian Conservation Institute, 2004.
- Thomson, Garry. *The Museum environment*. Andre utgave. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994.
- Thuer, Chantal Helen. (2011) "Scottish renaissance interiors: Facing adhesives for size-tempera painted wood: results of a research internship for Historic Scotland" i *Historic Scotland Technical paper 11* (mai 2011) s. 1-131.
- Tímár-Balázsy, Ágnes og Dinah Eastop. (1998) *Chemical principles of textile conservation* Oxford, Butterworth Heinemann
- Tsang, Jia-sun og Roland H. Cunningham. (1991) "Some improvements in the study of cross sections" i *Journal of the American Institute for Conservation* vol. 30, nr. 2 (høst 1991) s. 163-177
- Tse, Season. (2007) "Guidelines for pH measurements in conservation" i *CCI Technical bulletin* nr 28. Canadian Conservation Institute, Ottawa, s 1-22.
- van de Wetering, Ernst. (1997) "The canvas support" i *Rembrandt: the painter at work*. Amsterdam, Amsterdam University Press, s. 90-129
- van der Goltz, Michael, Robert G. Proctor Jr, Jill Whitten, Lance Mayer og Gay Myers, med Ann Hoenigswald og Michael Swicklik. (2012) "Varnishing as part of the conservation treatments of easel paintings" i Stoner, Joyce Hill og Rebecca Rushfield (red.) *Conservation of easel paintings*. Oxon, Routledge, s. 635-657
- van der Weerd, Jaap, Jaap Boon og Ron M. A. Heeren. (2004) "Preparation methods and accessories for the infrared spectroscopic analysis of multi-layer paint films" i *Studies in Conservation* vol. 49, nr. 3, s. 193-208
- van der Weerd, Jaap, Marieke K. van Veen, Ron M. A. Heeren og Jaap J. Boon. (2003) "Identification of pigments in paint cross sections by reflection visible light imaging microspectroscopy" i *Analytical Chemistry* vol 75 nr . 4 (februar 2003) s. 716-722
- van Eikema Hommes, Margriet. (2004) "Methods used by painters to prevent colour changes described in 16th to early 18th century sources on oil painting techniques" i *Changing pictures: Discoloration in 15th to 17th century oil paintings*, London, Archetype Publications, s. 1-16

- van Eikema Hommes, Margriet. (2004) "Determining the intentions of painting methods and recipes" i *Changing pictures: Discoloration in 15th to 17th century oil paintings*, London, Archetype Publications, s. 17-43
- van Eikema Hommes, Margriet. (2004) "Indigo as a pigment in oil painting and its fading problems" i *Changing pictures: Discoloration in 15th to 17th century oil paintings*, London, Archetype Publications, s. 91-156
- van Eikema Hommes, Margriet. (2004) "Discoloration or chiaroscuro? An interpretation of the dark areas in Raphael's *Transfiguration of Christ*" i *Changing pictures: Discoloration in 15th to 17th century oil paintings*, London, Archetype Publications, s.171-206
- Vandivere, Abbie. (2013) *From the ground up: surface and subsurface effects in fifteenth- and sixteenth century Netherlandish paintings*. PhD University of Amsterdam
- Villers, Caroline. (1981) "Artists canvases: A history" i *Preprints of the ICOM Committee for Conservation, 6th triennial meeting, Ottawa*, s. 1-12.
- Wagner, Oliver og Roland Baumstark. (2002) "How to control dirt pick-up of exterior coatings" i *Macromol. symp.* s. 187, 447-458
- Vuori, Jan og Season Tse. (2004) "A preliminary study of a micro extraction method for measuring the pH of textiles". i *ICOM Newsletter* nr 19. (januar 2004) s. 4-15.
- Wang, Chung Yu. (1919) *Antimony: Its history, chemistry, mineralogy, geology, metallurgy, uses, preparations, analysis, production, and valuation; with complete bibliographies*. Andre utgave. London, Charles Griffin & Company
- Ware, Mike. "Prussian Blue: Artists' Pigment and Chemists' Sponge" i: *Journal of Chemical Education*. Volume 85, Nr. 5 (Mai 2008): 612-617
- Wiener, Jakub, Vladimír Kovačič og Petra Dejlová. (2003) "Differences between flax and hemp" i *AUTEX Research Journal* vol 3 nr. 2 (juni 2003) s. 58-634
- Wiik, Svein A. «Perception psychology in re-integration processes» *The Postprints of the Image Re-integration Conference 15 – 17 September 2003*. Northumbria University (2007): 97-101.
- Wind, Edgar. (1948-52) "The book of the generation of Jesus Christ" i Sears, Elisabeth (red.) *The religious symbolism of Michelangelo: The Sistine Chapel*. Oxford, Oxford University Press, 2000 s. 90-110
- Winter, John og Elisabeth West FitzHugh. () "Pigments based on carbon" i Berrie, Barbara H. (red.) *Artists' pigments: a handbook of their history and characteristics* vol 4, 2007 National Gallery of Art, Washington. London, Archetype Publications, s. 1-38

- Wolbers, Richard. (2000) *Cleaning painted surfaces: aqueous methods*. London: Archetype Publications
- Wolbers, Richard. (2012) "Aqueous methods for the cleaning of paintings. i Stoner, Joyce Hill og Rebecca Rushfield (red.) *Conservation of easel paintings*. Oxon, Routledge, s 500-524
- Wouters. J. (2006) "Surrealism in science: The difference between analysis and analysis" i Boon, Jaap og Ester S. B. Ferreira (red.) *Reporting Highlights of the De Mayerne Programme*. NWO, The Hague, (november 2006) s. 14-19
- Young, Christina. (1999) "Towards a better understanding of the physical properties of lining materials for paintings: Interim results» i *The Conservator* vol. 23 s. 83-91
- Yong, Christina og Paul Ackroyd. (2001) "The mechanical behavior and environmental response of paintings to three types of lining treatment". i *National Gallery technical bulletin* vol. 22, s. 85-104
- Young Yong, Christina. (2003) "The mechanical requirements of tear mends. Alternatives to lining, BAPCR & UCIK Conference, 19 September 2003, London (2003), 55-58
- Young, Christina. (2012) "History of fabric supports" i Stoner, Joyce Hill og Rebecca Rushfield (red.) *Conservation of easel paintings*. Oxon, Routledge, s. 116-147
- Young, Christina. (2012) "The glass transition temperature of adhesives: Preliminary guidelines for canvas painting treatments" i Barros D'sa, Angelina, Lizzie Bone, Rhiannon Clarriocoates og Alexandra Gent (red.) *Adhesives and consolidants in painting conservation*. London, Archetype Publications, s. 24-31
- Young, Christina og Suzanne Jardine. (2012) "Fabrics for the twenty-first century: As artist canvas for the structural reinforcement of easel paintings on canvas" *Studies in conservation*. (2012):1-17

Utstillingskataloger:

- Mamen, H. Chr. (1999) "Museet blir til" i Ivar Alver (red.) *Asker Museum: Valstads samlinger*, 3. utgave. Asker Museums Venner, Asker, s. 20-26

Internettider og artikler publisert på nettsider:

Art-innovation 2009a, *Informasjonsbrosjyre for ARTIST multispektralkamera*. tilgjengelig fra:
http://www.art-innovation.nl/fckfiles/file/Artist/Leaflet_Artist_2009-I_c.pdf
(24.05.2013)

Art-innovation 2009b, tilgjengelig fra: http://www.art-innovation.nl/fckfiles/file/Artist/Poster%20Artist%20version%202009%20I_c.pdf
(24.05.2013)

Lascaux Heat seal adhesive. Datablad tilgjengelig fra:
http://lascaux.ch/pdf/en/produkte/restauro/58370.02_Adhesive_and_Adhesive_Wax.pdf
(oppsøkt 02.11.2013)

Mecklenburg, Marion F. (2005) "The structure of canvas supported paintings". Opprinnelig utgitt i *Preprints of the International conference on painting conservation, canvases: Behavior, deterioration and treatment*. (Valencia mars 2005) Lest fra Gottsegen, Mark (2006). *Art Materials Information and Education Network*. tilgjengelig fra:
<http://www.amien.org/forums/showthread.php?20-quot-The-Full-Structure-of-Paintings-quot-by-Mecklenburg> (oppsøkt 10.09.2013)

Samuel Roberts Noble Electron Microscopy Laboratory, University of Oklahoma "JEOL JSM-840 Scanning Electron Microscope" tilgjengelig fra:
<http://www.microscopy.ou.edu/manual/jsm840.pdf> (oppsøkt 20.05.2013)

SunCalc.net. Nettside opprettet av Agafonkin, Vladimir i 2009. Basert på Astronomy Answers formulae, Google Maps API v3, jQuery og jQuery UI, Raphaël. tilgjengelig fra:
<http://www.suncalc.net/#/59.8535,10.4565,19/2014.01.14/00:45> (oppsøkt 15.12.2013)

The Infrared and Raman Users Group. Tilgjengelig fra: <http://www.irug.org/ed2k/search.asp>
(oppsøkt 03.06.2013)

The Fiber Reference Image Library. Nettside opprettet av National Park Service, the National Center for Preservation Technology and Training and the Ohio State University Historic Costume & Textiles Collection. Tilgjengelig fra: www.fril.osu.edu/ (oppsøkt 03.08.2013)

The British Museum Online collection, tilgjengelig fra:
http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/search.aspx?searchText=monta+lto+madonna (oppsøkt 20.08.2013)

<http://www.horiba.com/scientific/products/water-quality/ph-meters/details/b-211-212-213-twin-compact-ph-meter-416/>

Yr.no. "Været som var: Hvalstad, Asker" Bolstad Erik (red.) yr.no er et samarbeid mellom NRK og Meteorologisk institutt. tilgjengelig fra:
<http://www.yr.no/sted/Norge/Akershus/Asker/Hvalstad~73125/statistikk.html> (oppsøkt 15.12.2013)

Personlig kommunikasjon:

Benterud, Ulf: Konservator ved Asker Museum (Asker Museum, 08.11.2013)

Bjørk, Hanne: Snekkermester ved Møbelverkstedet AS (Fredriksgate 3, 01.12.2013)

Horgen, Randi: Konservator ved Asker museum (mail 21.08.2013)

Syversen, Terje: Malerikonservator ved Munchmuseet og Konservatorene (Bakkehaugen gård 23/29. 10.2013)

Foredrag:

Solheim, Linn og Terje Syversen. (2013) "Tilsølte bondepiker og hullede lerreter" Foredrag om konserveringen av fire malerier i Valstads atelier holdt ved Asker Museums venners årsmøte, 25. februar 2013.

Ludvigsen, Loa og Mikala Bagge. (2010) "Paper and silk interleaf as a stabiliser for a fragile canvas from 1725" i *Current Practice and Recent Developments in the Structural Conservation of Paintings on Canvas Supports*, ICOM – CC Paintings Group Workshop Vantaa, Finland. (16. – 18. September 2010)

Kanadisk standard for pH-måling :

Canadian General Standards Board (CAN/CGSB) 4.2 1980: *Textiles – Determination of Ph of the aqueous extract*, nr 74-M91, ISO 3071

11. Fotografier og illustrasjoner



III. 1. *Den hellige familie*. 61,5 x 51 cm. Helopptak av motivsiden før behandling 2013 (dagslys).



III. 2. *Den hellige familie*. Helopptak av motivsiden etter behandling 2014 (dagslys).



III. 3. Helopptak av bakside før behandling 2013



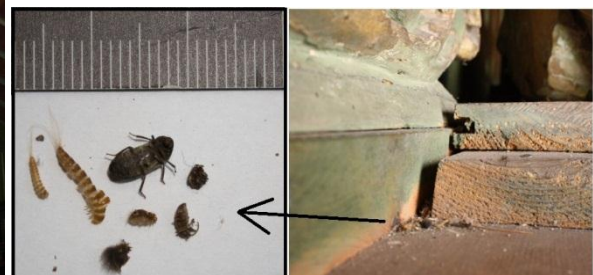
III. 4. Helopptak av bakside etter behandling 2014.



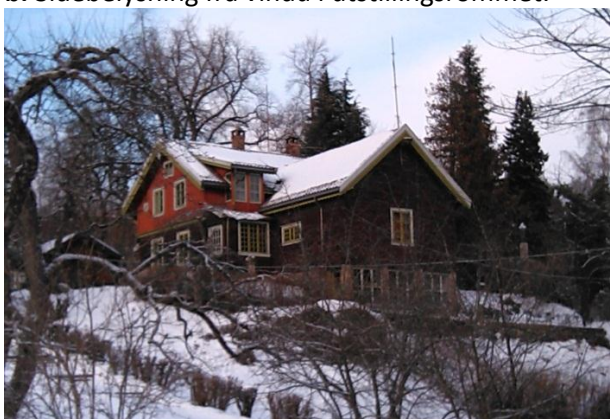
III. 5. Maleriet slik det er utstilt i Valstads atelier på Asker Museum. Piler markerer *Den hellige families plassering* og der termohygrografen har vært lokalisert ved målingene i 2013.



b. Sidebelysning fra vindu i utstillingsrommet.



c. Insekter og larveskall som ble funnet på vindusposten under maleriets plassering indikerer biologisk aktivitet i utstillingsrommer



III. 6.a Ytterveggen på ateliertilbygget fra 1907 der maleriet normalt henger, fotografert fra utsiden.15.01.2013



b. Utsiden fotografert 08.10.2013



III. 7. Annibale Carracci *La sacra famiglia con San Giovanni (La Madonna di Montalto)*, ca 1598-1600. Olje på kobber, 35 x 27,5 cm. I dag i The National Gallery, London.



III. 8. Wallerant Vaillant, ca. 1660-1675. Kobberstikk på papir, 36 x 28 cm. Nederlandsk skole. I dag i British Museum, London.



III.9. Cornelis Bloemaert, ca 1630-1684. Kobberstikk på papir, 39 x 28 cm. Nederlandsk skole. I dag i British Museum, London.



III.10. *Den hellige familie* plassert sammen med grafisk forlegg illustrerer at maleriet kan være redusert med flere cm.



III. 11. Giacomo Antonio Stefanoni, ca. 1632. Kobberstikk på papir, 36 x 28 cm. Italiensk skole. I dag i British Museum, London.



III. 12. Ludwig von Siegen, ca. 1657. Kobberstikk på papir, 33 x 27 cm. Tysk skole. I dag i British Museum, London.



III. 13. Antonio Marchi ca. 1841-1846. Etsing på papir, 37 x 25 cm. Italiensk skole. I dag i British Museum, London.



III. 14. Rafael. *Sagrada famiglia del roble* 1518.



III. 15. Correggio. *Il Riposo in Egitto con san Francesco* 1520



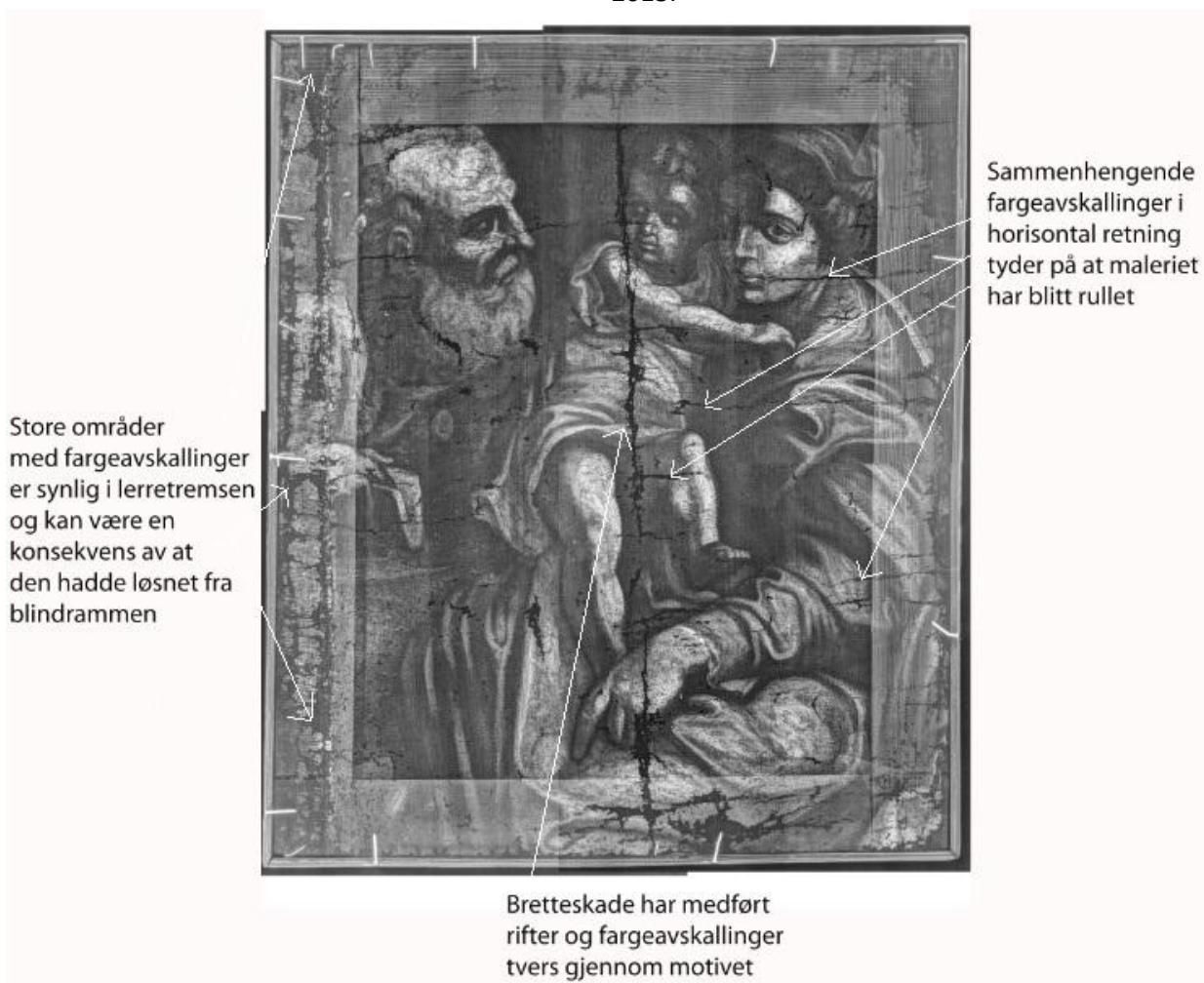
III. 16. Infrarødt opptak av *Den hellige familie*.



III. 17. Gjennomlys før behandling 2013.



III. 18. Motivside i sidebelysning før behandling 2013.



III. 19. Røntgenopptak av *Den hellige familie*.



III.20. a) Falskfarge Infrarødt opptak før behandling.



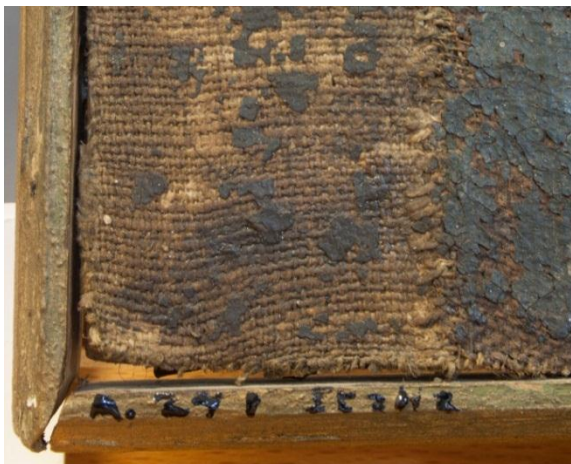
b) Detaljopptak i falskfarge etter rensing av maleriet. Figurenes gule kinn og lepper i falskfarge er svært tydelig. Trolig er sinoberpigment benyttet i karnasjonen noe som underbygges av XRF-resultatene.



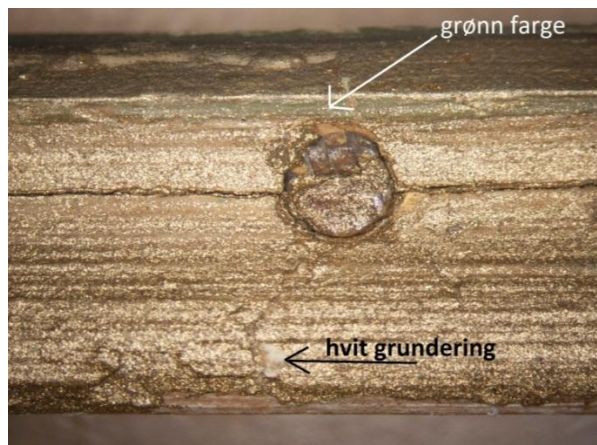
III. 21. a) UV-opptak før behandling.



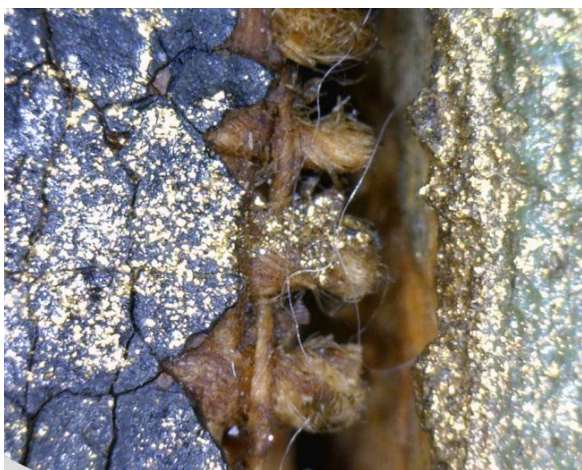
b) I øvre høyre hjørne i UV-belysning. Grønn fernissfluorescens kan observeres på pyntelistene noe som indikerer at maleriet ble fernissert etter at listene ble montert. Sorte merker som ikke fluoriserer gjør det mulig å anta at et sekundært lim er strøket over ferniss for å etterfeste lerretet til blindrammen.



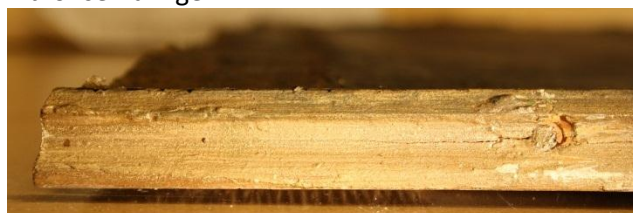
III.22. Nedre venstre hjørne med museumsnummer A. 241 *Italia* på pyntelist.



III. 23. Næropptak av nedre pyntelist illustrerer hvit grundering og grønt fargelag under bronsemalingen.



III 24. Samme bronsemaling som er på pyntelistene kan observeres på lerret og fargelag langs malerietts kanter (50 x).



III. 25 a) Nedre pyntelist er spikret inn i blindrammen.



b) Nedre venstre hjørne etter at pyntelist er tatt av



III. 26. Bronsetinktur og gullgrunn i Valstads atelier som kan ha blitt benyttet til å male listene.



III. 27. Øvre høyre blindrammehjørne etter at pyntelistene er tatt av.



III. 28. Nedre høyre blindrammehjørne etter at pyntelistene er tatt av.



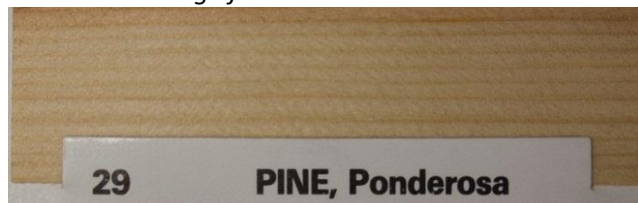
III. 29. Blindrammens konstruksjon: endestykkene på kortsidene er tappet i langsidelistene



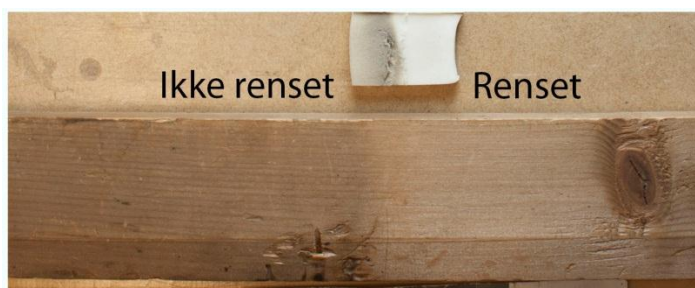
III. 30. Kile sammenlignet med referansetreverk (Edlin 1994). Blindrammen har åtte kilehull og hadde til sammen seks kiler i hjørnene. Kilene er ikke av furu, men har derimot en rødbrun farge og porer som er karakteristisk for mahogni (Hoadley 1995: 35-36, Edlin 1994) (III). At et kostbart materiale som mahogni er benyttet, kan tyde på at kilene er gjenbruk av treverk fra møbler eller lignende. Kilene har håndskårede tupper, fint tilpasset kilehullene (III). Det finnes tilsvarende mahognikiler i Valstads atelier.



III. 31. Den hellige families blindramme.



Referanseprøve av furu (Edlin 1994).



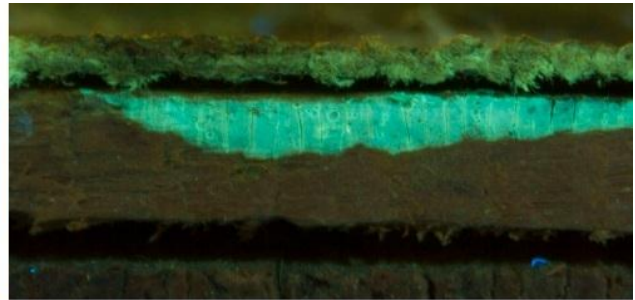
III. 32. Underveis i rensingen av blindrammen med polyuretansvamp.



III. 33. Sekundært lim benyttet til å klebe lerretet til blindrammen har en synlig hvit flouescens i UV-lys. (Øvre høyre hjørne).



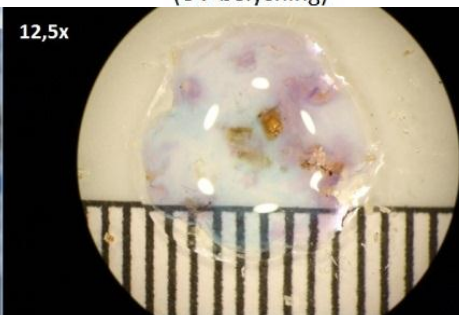
Sekundært lim på blindramme
(normal belysning)



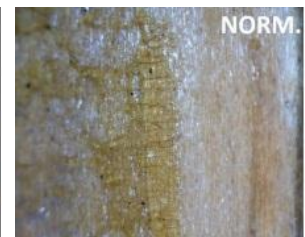
Sekundært lim på blindramme
(UV-belysning)



A) Lim fra blindrammelist
i en dråpe CuSO_4



B) Etter påføring av en dråpe NaOH :
Kjemisk reaksjon danner fiolett substans
og indikerer at limet er proteinholdig.



III. 34. a) Kjemisk test påviste proteininnhold i klebemiddelet



Lim på blindrammekant | Renset med lunket vann
b) Limet var vannløselig

III. 35. Blindramme med limrester etter demonteringen av lerretet.



III. 36. Påskjøttet lerretsremse markert med piler.



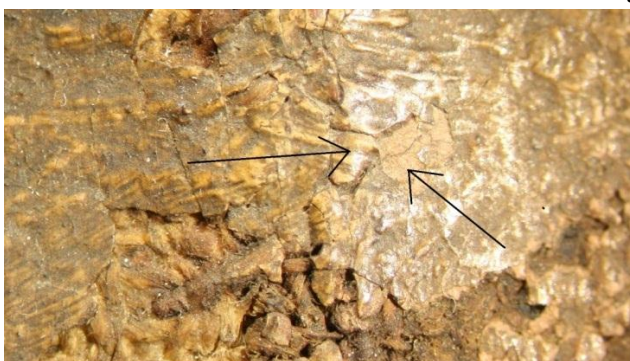
III.37. Lerret etter demontering fra blindramme.



III.38. b) Næropptak av søm sett fra motivsiden.



b) Næropptak av søm sett fra baksiden. Hovedstykket er brettet til side der remsen er tilsatt.



c) Næropptak av overgangen mellom de to lerretene i Josefs høyre hånd. Piler indikerer der fargeavskalling avslører at hudfargen i lerretsremsen er påført over sømmen og inn over originale farger i hovedlerretet etter at disse har tørket. Dette ble trolig gjort for at overgangen skulle integreres i motivet.



III. 39.a) Trådtelling per 2cm²:

Horisontale Vertikale

1 : 16 18
2 : 19 15
3 : 19 17
4 : 18 14
5 : 19 18
6 : 20 15
7 : 19 15

Gjennomsnitt per 1 cm² :

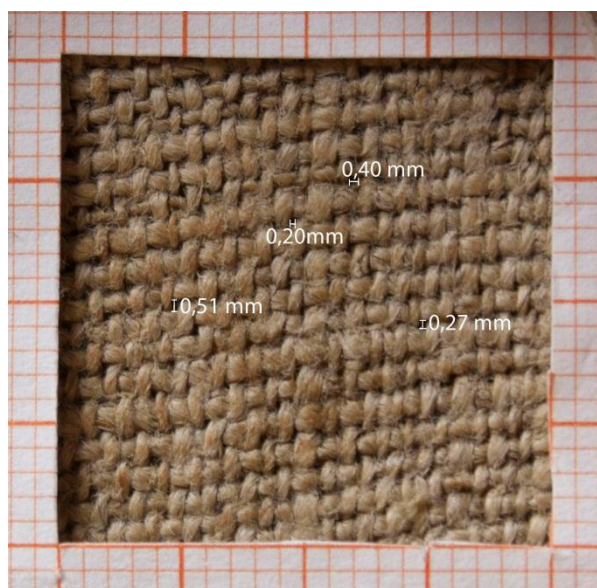
9,7 8

Horisontale Vertikale

8 : 17 23
9 : 19 25
10 : 18 25
11 : 16 25
12 : 17 27

Gjennomsnitt per 1 cm² :

8,7 12,57



b) Lerretremse.

Gjennomsnittlig trådtykkelse:

H	0,94	1,02	0,91	0,94	1	0,77	0,74
	0,86	0,78	0,95	0,90	0,60	1,8	0,86
	0,94	0,81	0,84	0,74	0,81	0,67	0,98
	0,95	1,04	1,16	0,94	1	0,90 mm	
V	0,61	0,71	0,57	0,67	0,64	0,71	0,74
	0,63	0,64	0,59	1,02	0,5	0,45	0,62
	0,61	0,61	0,71	0,74	0,43	0,54	0,74
	0,60	0,48	0,60	0,64	0,75	0,63 mm	



c) Hovedlerret .

Gjennomsnittlig trådtykkelse:

H	0,84	0,67	0,48	0,52	0,44	0,67	0,73	0,82
	0,97	0,46	0,32	0,31	0,40	0,32	0,38	0,41
	0,72	0,68	0,61	0,84	1,0	0,59	0,75	0,73
	0,48	0,66	0,64	0,68	0,45	0,61 mm		
V	1,13	0,63	0,27	0,36	0,40	0,32	1,09	0,63
	0,90	0,82	0,63	1,11	0,48	1,43	0,71	1
	0,89	0,57	0,50	0,89	0,66	0,89	0,41	0,91
	0,59	0,55	0,39	0,39	0,30	0,64 mm		



III. 40. Rifter i maleriunderlaget markert med rødt.



III.41. a)

Spor av det som kan være et tidligere
dubleringsklister på baksiden av lerretet



b) Næropptak av tynnslitte tråder i
lerretetshovedstykket (50 x)



c) Næropptak av rift i hovedstykke (50 x)



d) Næropptak av lerretet i hovedstykke (50 x)



III. 42. Næropptak av maleriets bakside. Brun
grunderingsperle har trengt
gjennomlerretveven (50x)



III. 43. Næropptak av fargeavskalling i Jesus hvite
kjortel illustrerer hvordan en rød grundering (sort
pil) ligger over en brun grundering (hvit pil).



III. 44. Fargemodellering i Maria og Jesusbarnet illustrert i normal belysning og røntgen opptak.



III. 45. Fargemodellering i Marias fiolette kjortel. En semitransparent mørk fiolett ligger over den røde grunderingen. Lyse områder er modellert vått-i-vått med blyhvitt.



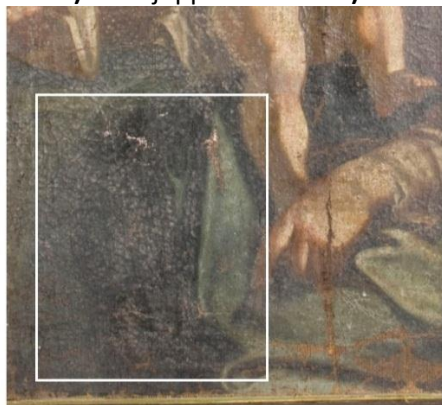
III.46a) Detaljopptak



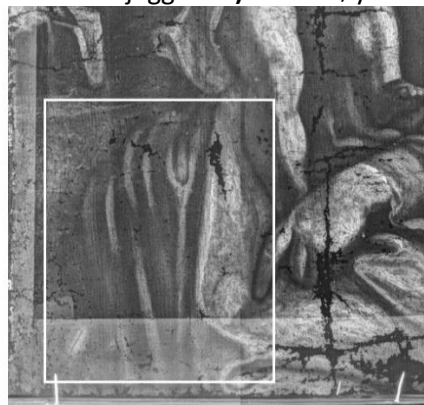
b) Tekstur i Josefs skjegg.



c) Marias øye.

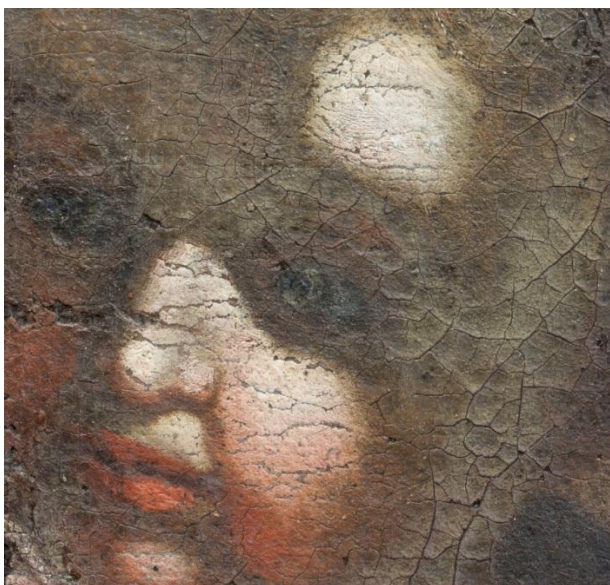


Nedre venstre hjørne i normal belysning



Nedre venstre hjørne i røntgenopptak

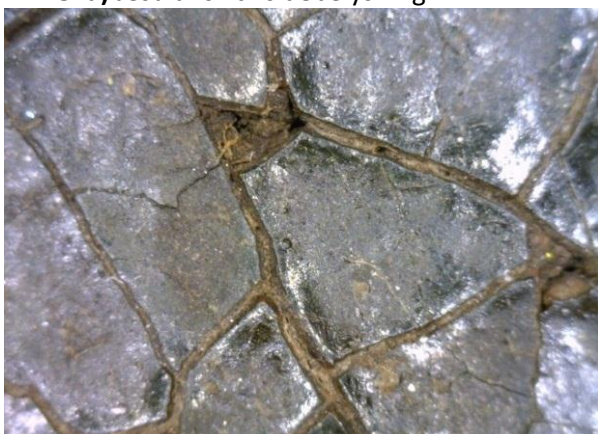
III.47. Hvite høylys under semitransparent mørk blå i Marias kappe er synlig i røntgenopptak.



III. 48. a) Jesu ansikt i sidebelysning.



b) Marias ansikt i sidebelysning.
Krakeleringsmønstre i lyse områder der blyhvitt er benyttet skiller seg fra mørke partier der alderskrakeleringer er mer markante.



III. 49 a) Næropptak av alderskrakelering ned til bunnmateriale i mørk blå bakgrunn (50x)



b) Næropptak av det som kan være tørkekrakelering i Marias kinn. Rød grundering er synlig i krakeleringene



Blått fargeområde i sidebelysning

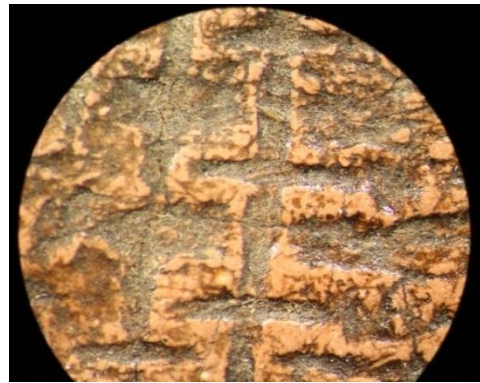


Blått fargeområde i røntgenopptak

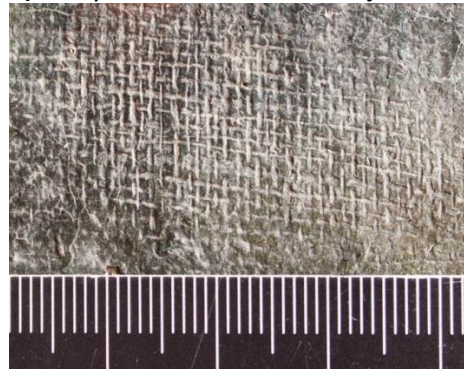
III. 50. Alderskrakeleringsmønstre blir avbrutt av tykke fargelag iblandet blyhvitt som framstår intakte



III. 51. a) Piler indikerer der avtrykk etter lerret er synlig i de originale fargelagene.



b) Avtrykk etter lerret i karnasjon.



c) Avtrykk etter lerret i blått fargeområde

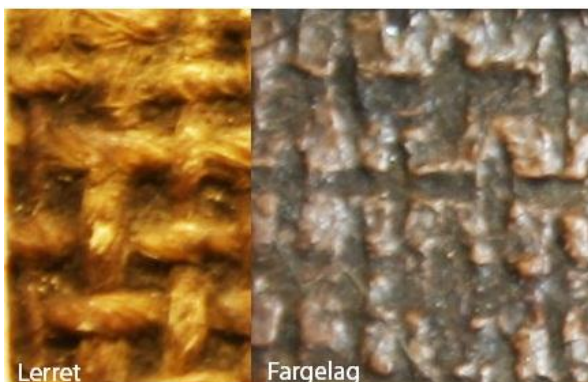


III. 52. Trådtelling:

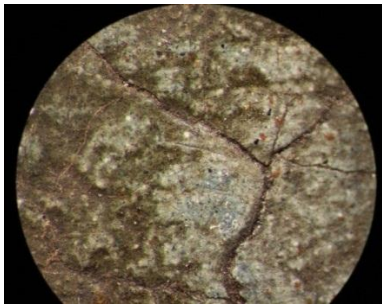
Avtrykk i Jesus kne:
15 horisontale "tråder"
20 vertikale "tråder"



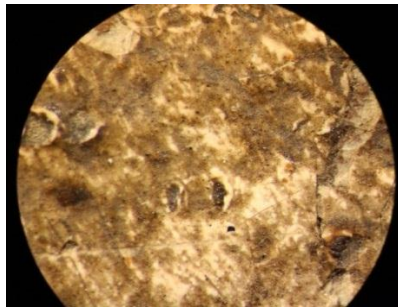
Samme område sett fra baksiden.
19 horisontale tråder
17 vertikale tråder



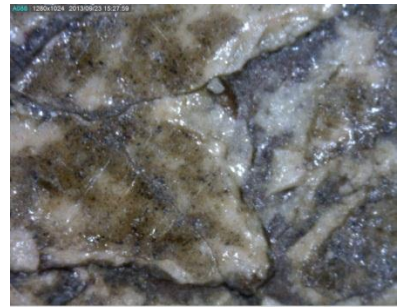
III. 53. Fargelag med lerretavtrykk plassert over lerret i photoshop for å illustrere hvordan avtrykket kan ha oppstått ved at fargelaget har blitt presset mot et underliggende lerret.



III. 54 a) Næropptak av ferniss over blått fargeområde



b) Næropptak av ferniss over hvitt fargeområde.



c) Ferniss over hvitt (50x)



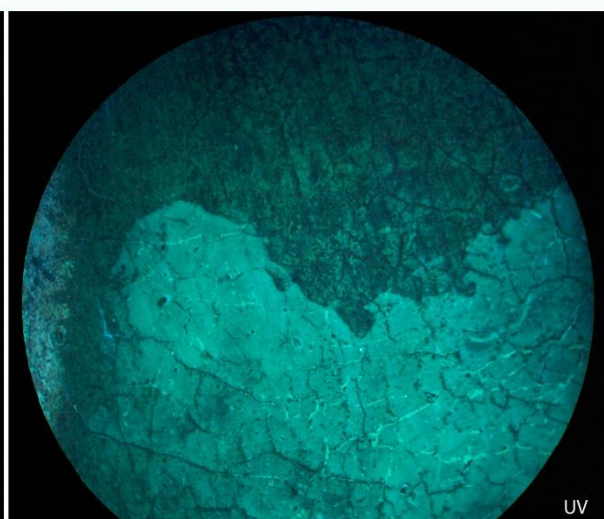
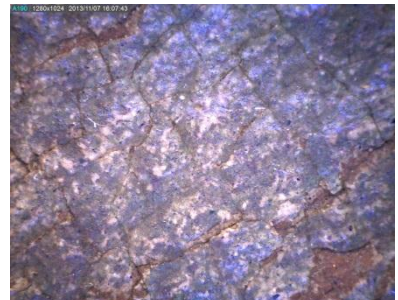
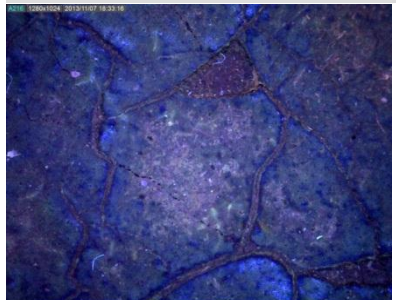
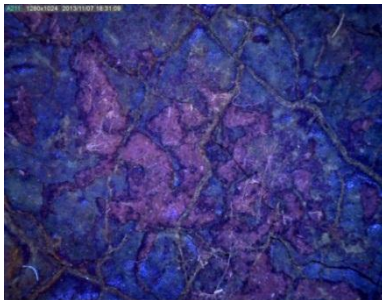
d) Blanching i blått fargeområde, det er mulig å observere kraterer i fargelag der overflatefenomenet har oppstått.



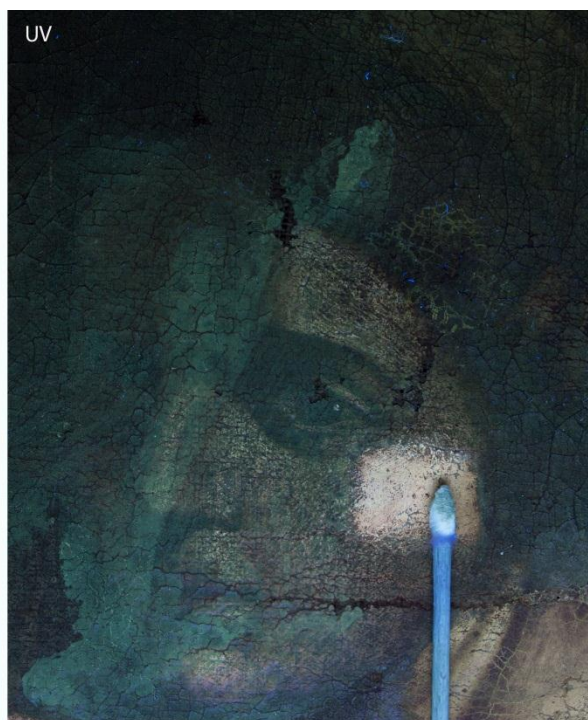
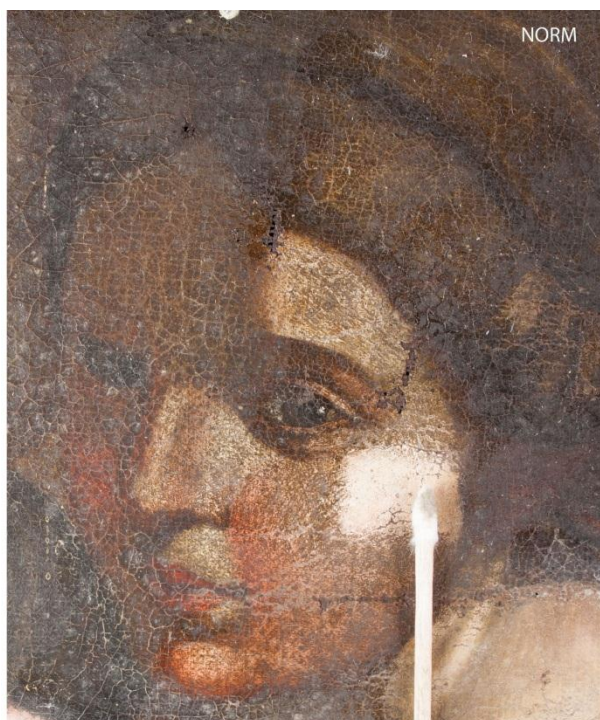
e) Næropptak av matt, fiberaktig overflatefenomenet i Marias blå kjole (50x)



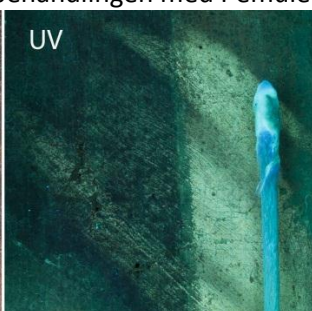
f) Smuss og ferniss i Jesu hvite drakt (50x)



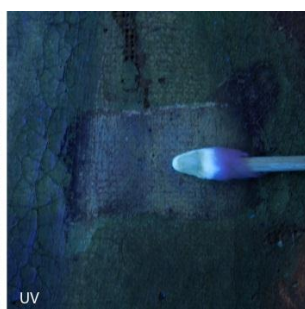
III. 55. Lokalt påført fernisslag over Marias ansikt skiller seg fra mørkere grønn fernissfluorescens som preger malerioverflaten ellers.



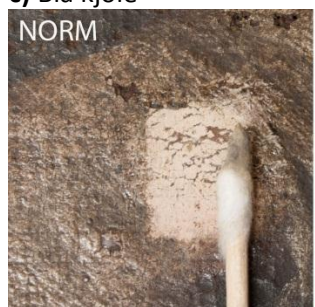
III. 56. Underveis i rensebehandlingen med Pemulenemulsjon : a) Marias ansikt.



b) fiolett kappe.



c) Blå kjole



d) Marias hånd.



e) Marias lyse bekledning, Jesu drakt og lyse ansiktspartier er rensset i høyre del av maleriet.



III. 57. Før og etter rensing: **a)** Maria og Jesusbarnet.



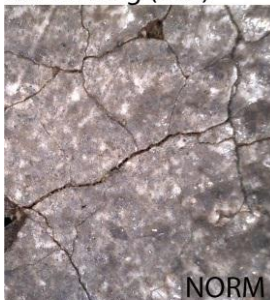
FØR RENSING



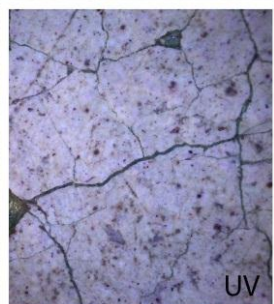
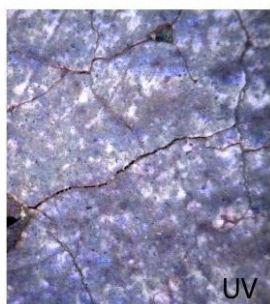
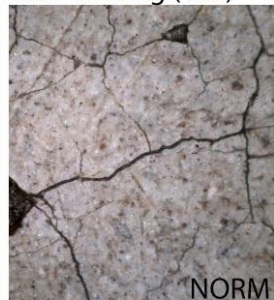
ETTER RENSING

b) fiolett draperi.

Før rensing (50x)

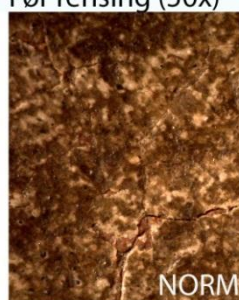


Etter rensing (50x)

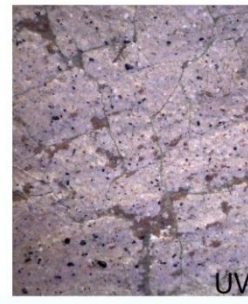
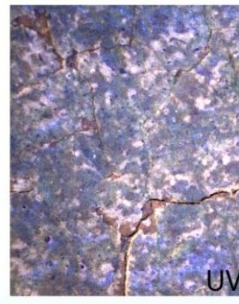


c) Lys fiolett erme på Marias kjole

Før rensing (50x)



Etter rensing (50x)



d) Jesu drakt.



III. 58. Lerretet ble tatt av blindrammen med spatel. Fordi lerretet satt svært godt i nedre høyre hjørne medførte demonteringen rifter i lerretet og fargeavskallinger i dette området.



III. 59. Demonteringen fra blindrammen medførte fargeavskallinger i nedre venstre del av maleriet. Fargelagene blå punktkonsolidert med Paraloid B72 og varmeskje. Det var imidlertid ikke mulig å feste alle løse farger i dette området, da avskallingene var svært små og pulveriserte.

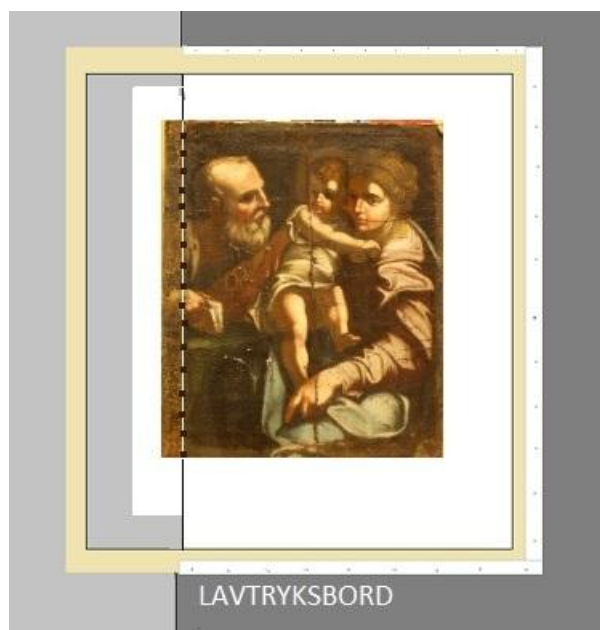
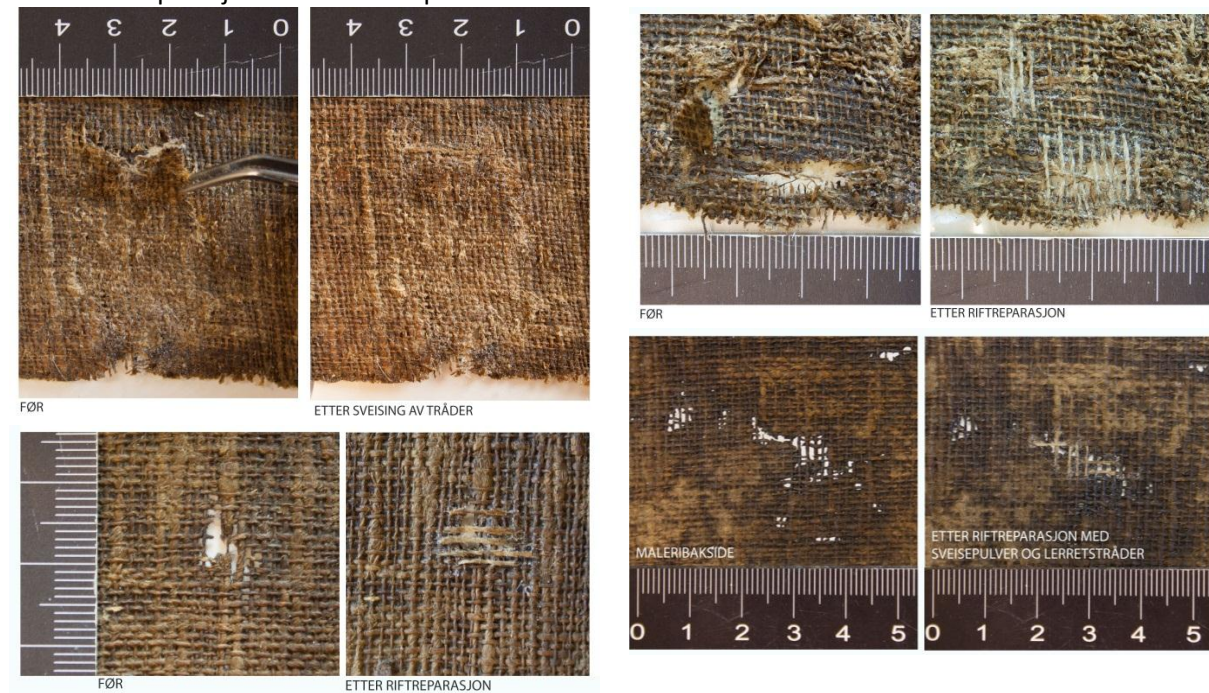


III. 60. Limrester langs lerretskantene var synlig i UV-belysning. Rester av lim ble fjernet med lett fuktet polyuretansvamp.



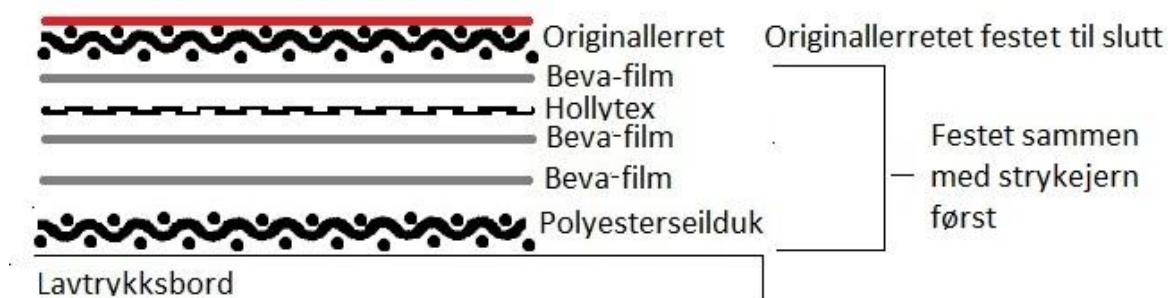
III.61. Lerretbaksiden var preget av støv og smuss som ble fjernet tørt med polyeturansvamp.

III. 62. Riftreparasjoner med sveisepulver:



III. 63. Planering av *Den hellige familie* under bøker og vektposer etter at lerretet var demontert fra blindrammen.

III. 64.a) Lerretet ble plassert med lerretskjøten utenfor lavtrykksbordet for å unngå at sømmen ble presset inn i fargelagene under dubleringen.



b) Dubleringslaminatet som ble valgt for *Den Hellige familie*.

III. 65. Dublering og kantdublering



1. Mellomlegg av Hollytex ble tilpasset den påsydde lerretremsen.



2. Hollytex-mellomlegg ble festet til kantdubleringslerretet med Beva-film og strykejern.



3. Kantdubleringslerret med mellomlegg og Beva-film ble klebet til lerretstripen med varmeskje.



4. Dubleringslerret av polyester ble strøket og spendt opp på en blindramme.. Dubleringslerretet måtte klippes til slik at enden lå nøyaktig inntil sømmen i malerilerretet.



5. Mellomlegg av Hollytex ble tilpasset originalerretet slik at det ikke overlappet sømmen.



6. Beva-film ble festet til dubleringslerret og begge sider av mellomlegget av Hollytex. Mellomlegget ble klebet til dubleringslerretet med strykejern.



Dubleringslerret med Hollytex mellomlegg og Beva-film klargjort for dublering.



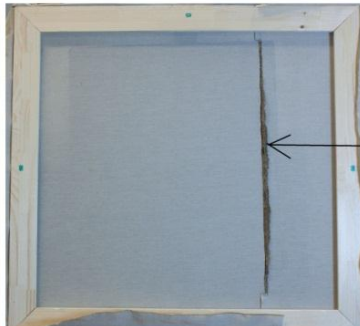
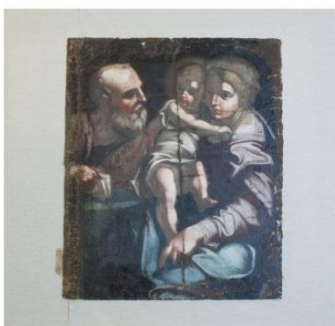
7. Maleriet ble dublert på lavtryksbord 65-70 grader laveste trykkstyrke



Sømmen ble plassert utenfor lavtryksbordet for å unngå at den ble presset mot fargelagene. (fotografert fra undersiden av lavtryksbordet).



For å oppnå 65 grader langs kanten av lavtryksbordet ble det benyttet varmeskje.



Etter dublering, enden på hovedlerretstykket er synlig mellom dubleringslerretene. Fernisering

III. 66. Kitting og retusjering:



Krakelering i Marias ansikt



Etter kitting og retusjering



Fargeavskalling i Jesusfigurens skulder



Etter kitting med Lascaux og kaolin/sinkhvitt



Etter retusjering med gouache og MS2A



Fargeavskallinger i Jesusfigurens drakt



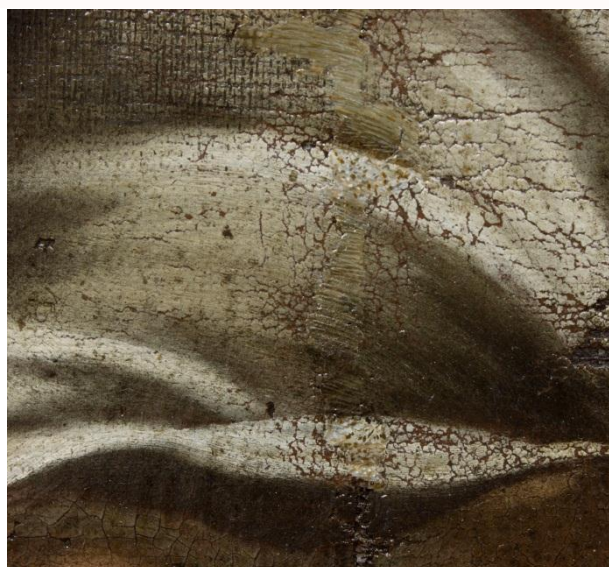
Etter kitting av skaden med Lascaux 375 og kaolin/sinkhvitt



Etter retusjering med gouache og MS2A



Kitt av Lascaux 375 kan varmeaktiveres og flates til ønskelig tykkelse og deretter skjæres til med skalpell og plasseres i fargetapet.



Retusjene kunne utføres i tynne streker som skilte seg fra bemalingen ellers på nært hold.



Fargeavskalling i Marias hånd



Etter kitting med Lascaux 375 og kaolin/sinkhvitt



Etter retusjering med gouache og MS2A



Fargeavskalling i nedre del av Mariafigurens blå kappe



Etter kitting med Lascaux 375 og kaolin/sinkhvitt



Etter retusjering med gouache og MS2A



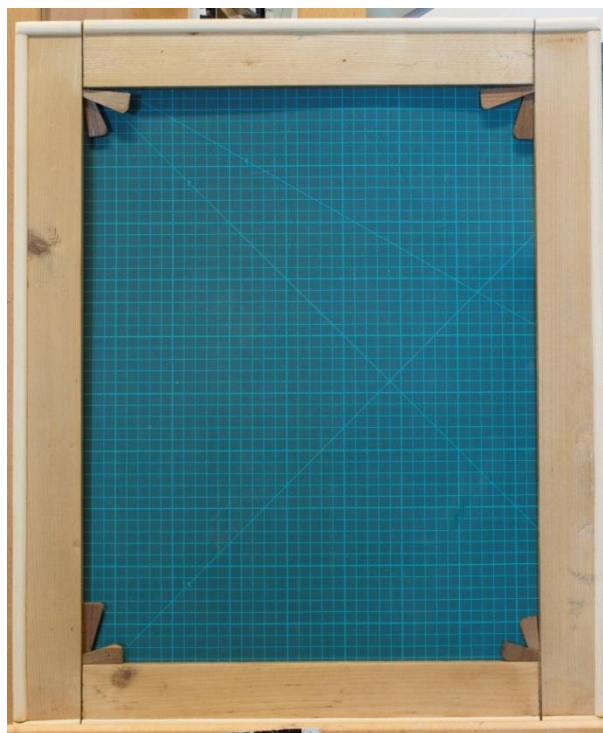
III.67. Før behandling i 2013.



III.68. Etter kitting, retusjering og fernisering i 2014



III. 69. Fernisering med MS2A i white spirit.

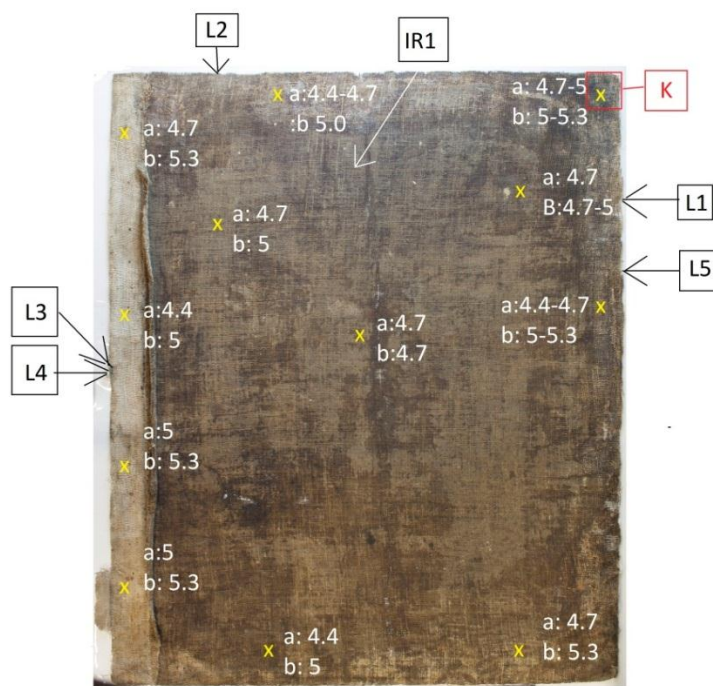


III. 70. Blindramme etter rensing og påmontering av vulst, samt to nye kiler hos snekkermester Bjørk



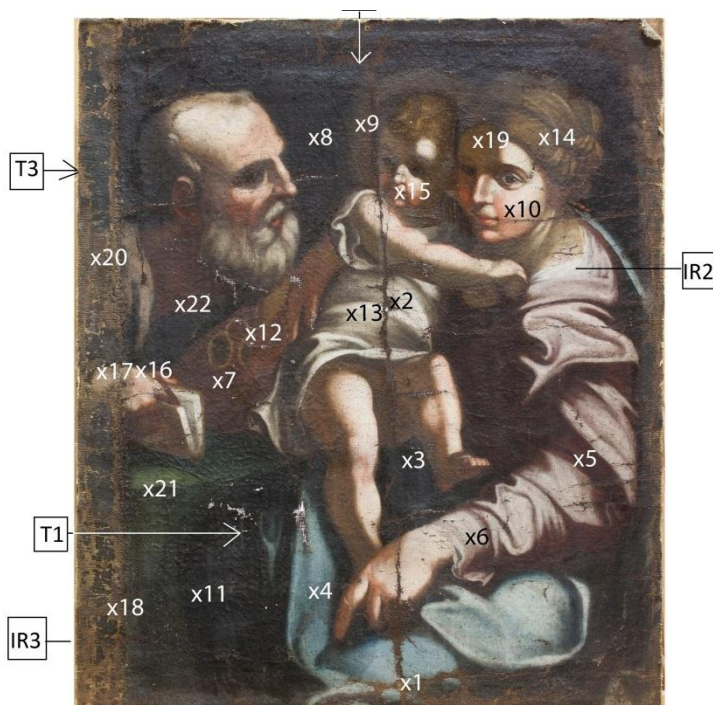
III. 71. Oversikt over utførte retusjer. I sorte områder i bakgrunnen til venstre ble retusjeringsfargene påført punktvis direkte på lerret og grunderingslag. Disse vil ikke være reversible slik retusjene som er utført på kittingen er. Derfor ble dette kun utført der fargeavskallingene ble vurdert som svært iøynefallende

12. Vedlegg



x = pH med pH-indikatorstrips
 L1= vertikal lerrettråd (2cm)
 L2= horisontal lerrettråd (2 cm)
 L3= vertikal lerrettråd (1 cm)
 L4= horisontal lerrettråd (1 cm)
 L5= vertikal lerrettråd (5 cm)
 K = Krympetest (2 x 2 cm)
 IR= Skrapeprøve av grundering
 a: før rensing b: etter rensing
 fiberanalyse/ trådfoldetest
 fiberanalyse/ trådfoldetest
 fiberanalyse/ trådfoldetest
 fiberanalyse/ trådfoldetest
 pH av ekstrakt
 FTIR-analyse

1. Oversikt over prøveuttak og pH-målinger av maleriets bakside



X= XRF-punktanalyser
 T= Tverrsnitt av fargelag
 IR= Skrapeprøve analysert i FTIR

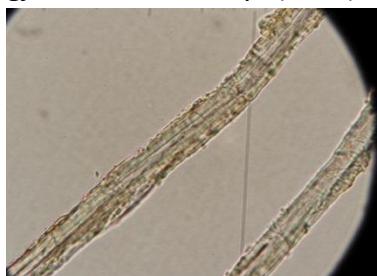
2. Oversikt over prøveuttak og XRF-målinger på maleriets framside.

3. Fiberanalyse i Polarisasjonslysmikroskop

Hovedlerretet

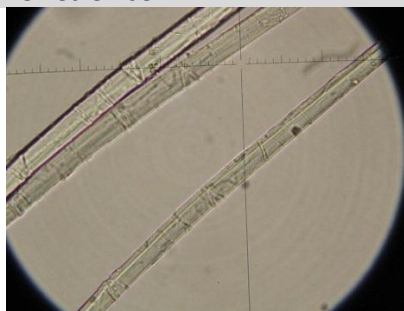


III. Horisontal tråd (L1).
gjennomfallende lys (400x).

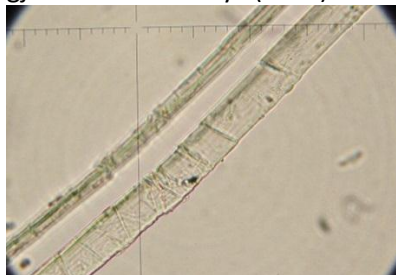


III. Vertikal tråd (L2).
gjennomfallende lys (400x).

Lerretremse.

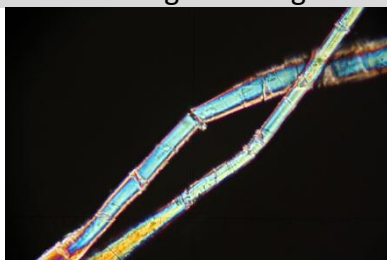


III. Horisontal tråd (L3),
gjennomfallende lys (400x).

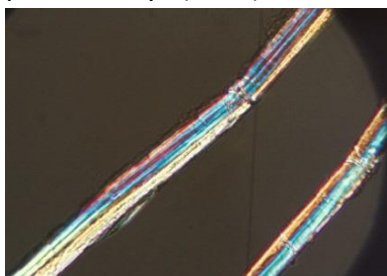


III. Vertikal tråd (L4),
gjennomfallende lys (400x).

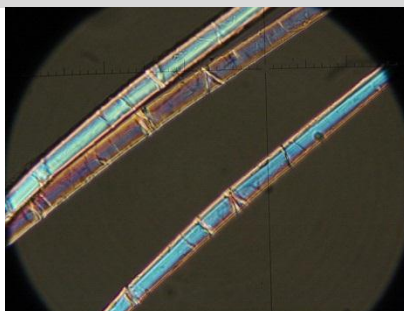
Fibrenes lengderetning



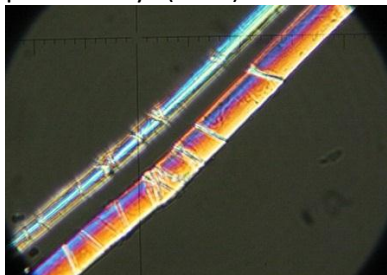
III. Horisontal tråd (L1).
polarisert lys (400x).



III. Vertikal tråd (L2).
polarisert lys (400x)

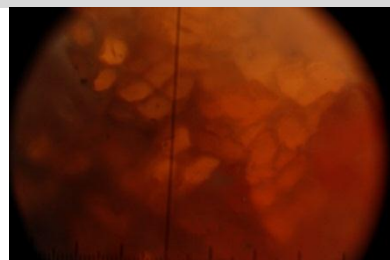


III. Horisontal tråd (L3),
polarisert lys (400x).

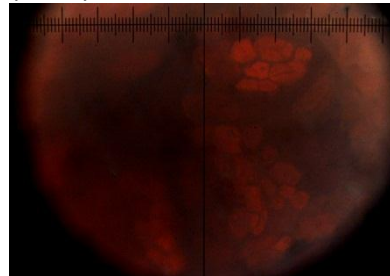


III. Vertikal tråd (L4),
polarisert lys (400x).

Fibertverrsnitt



III. Horisontal tråd (L1).
(500x).



III. Vertikal tråd (L2). (500x).

III. Referanse lin gj.fall. (400x).

III. Referanse hamp.gj.fall (400x)

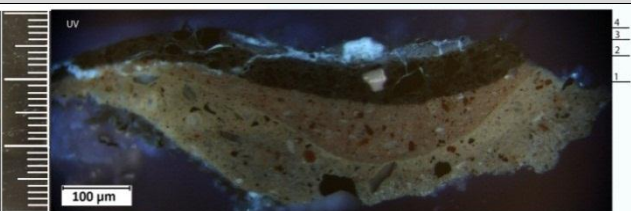
4. Tverrsnitt av fargestrukturer

Mørkt blått fargeområde i Marias kappe



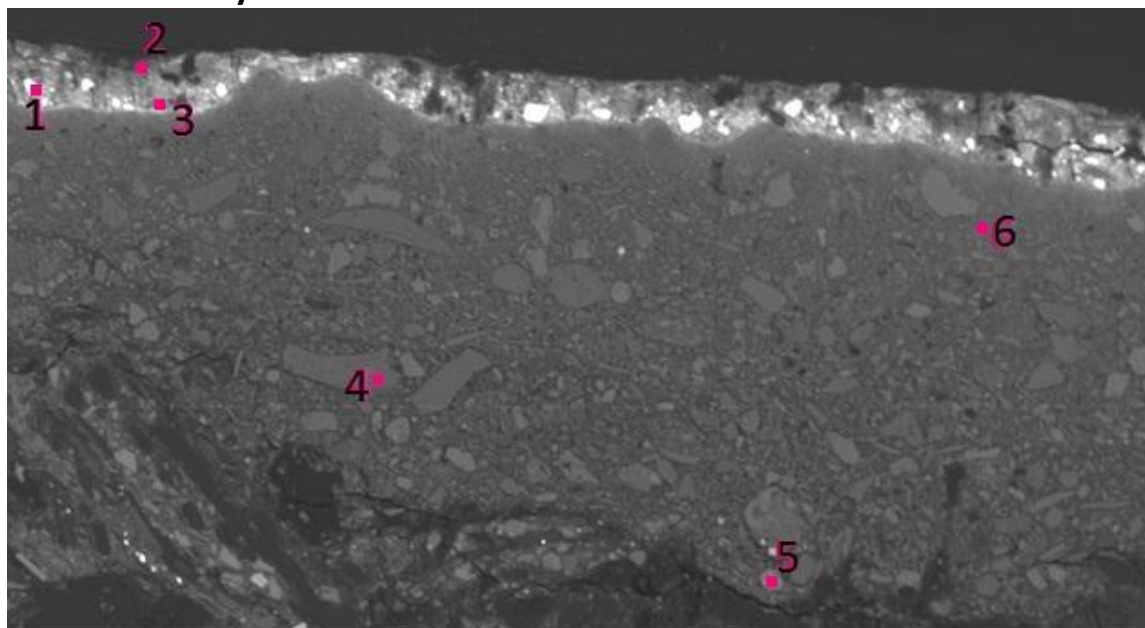
Nr	µm	Beskrivelse
5	5-10 µm	Ferniss
4	10-20 µm	Mørk blå
3	30-40 µm	Lys blå med blyhvit
2	200-250 µm	Rødt grunderingslag
1	100 µm	Brunt grunderingslag

Sort fargeområde i lerretremse

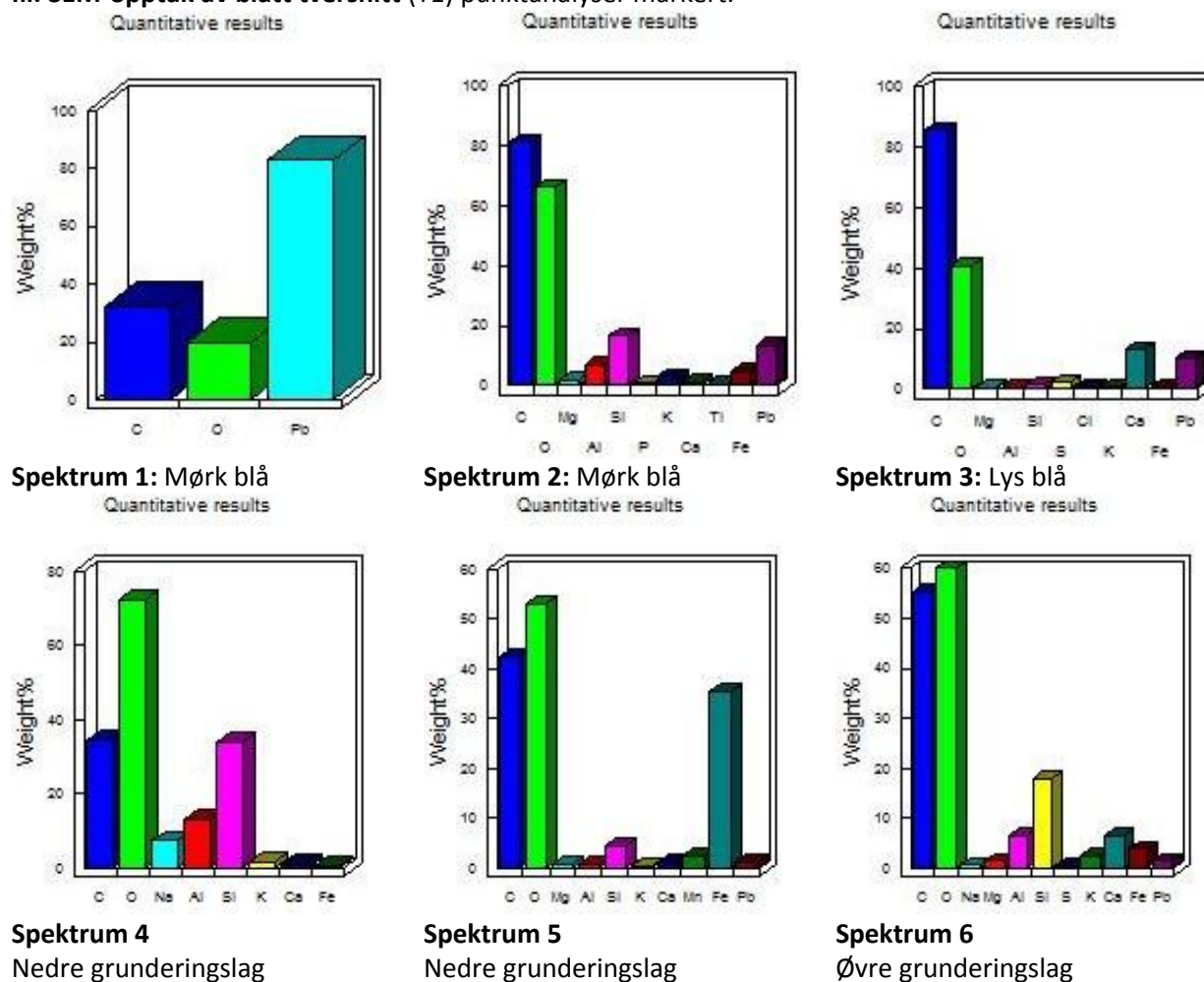


Nr	µm	Beskrivelse
4	10-20 µm	Ferniss
3	20-70 µm	Sort farge
2	20-100 µm	Rødt grunderingslag
1	50- ? µm	Brunt grunderingslag

5. SEM-EDS-analyseresultater¹

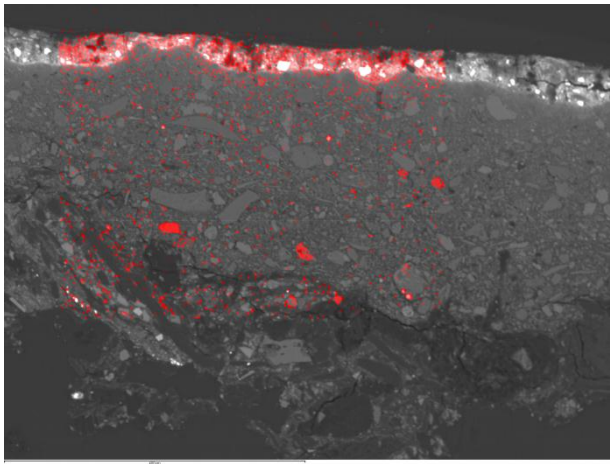


III. SEM-opptak av blått tversnitt (T1) punktanalyser markert.

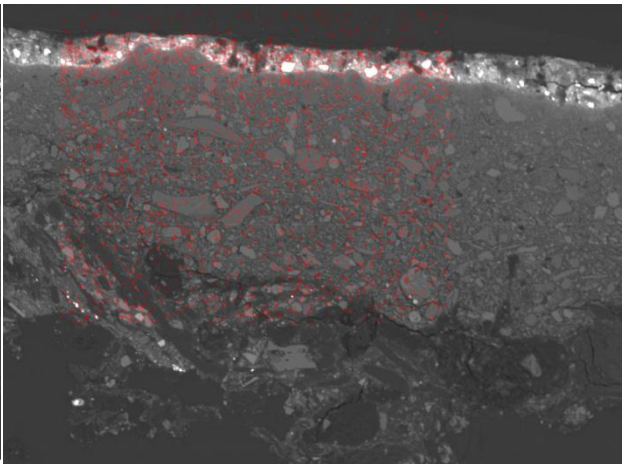


6. SEM-EDS MAPPING av tversnitt T1

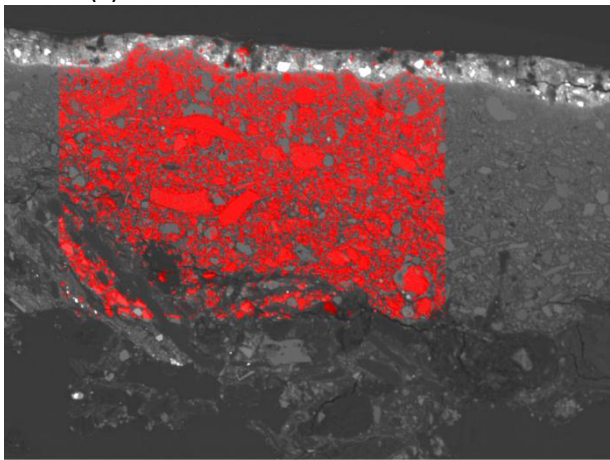
¹ SEM-EDS-analyser ble utført med JEOL JSM-846 Scanning Microscope. Programvare INCA.



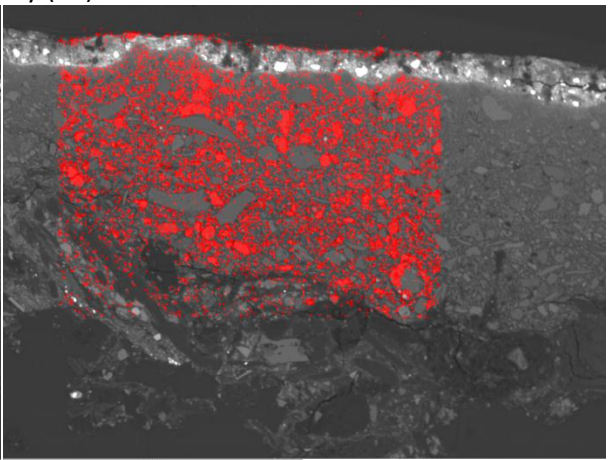
Svovel (S)



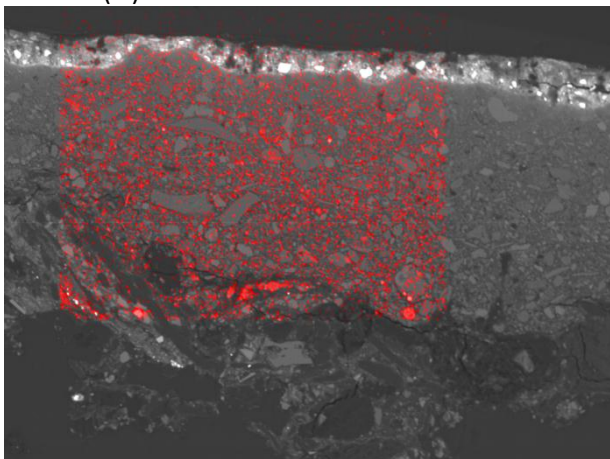
Bly (Pb)



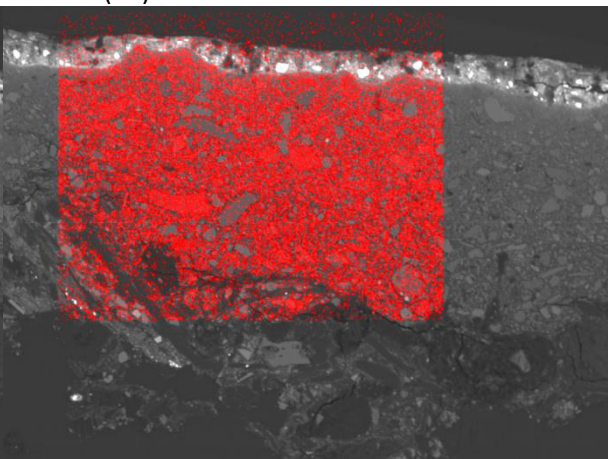
Silisium (Si)



Kalsium (Ca)

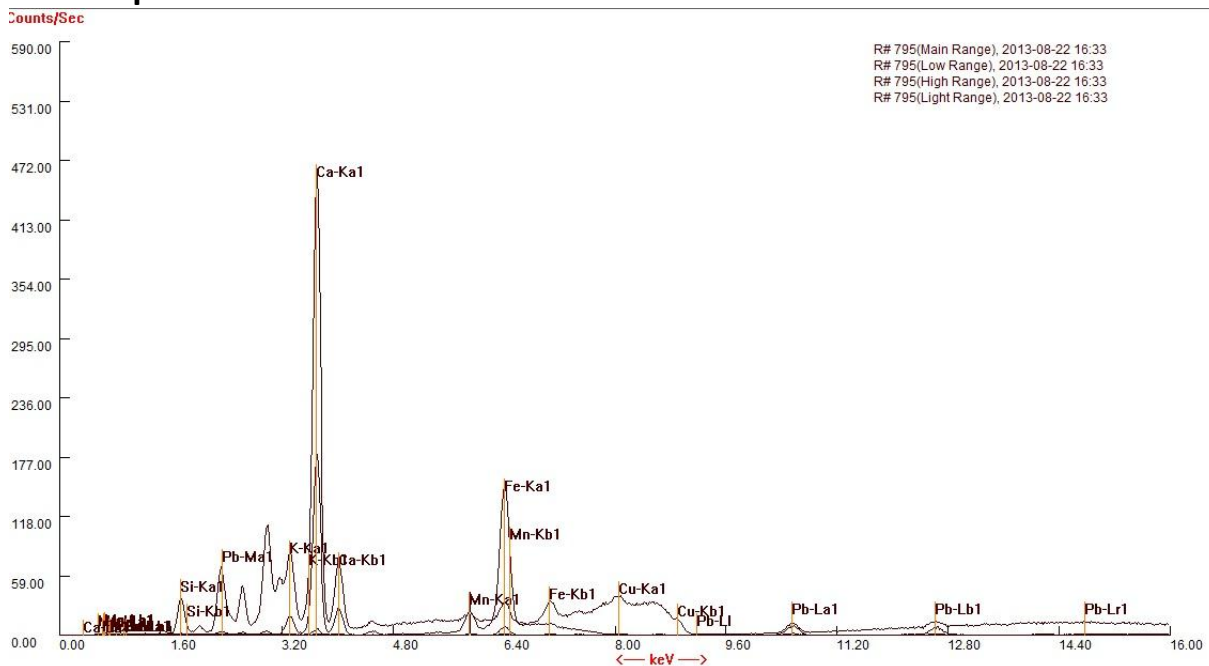


Jern (Fe)



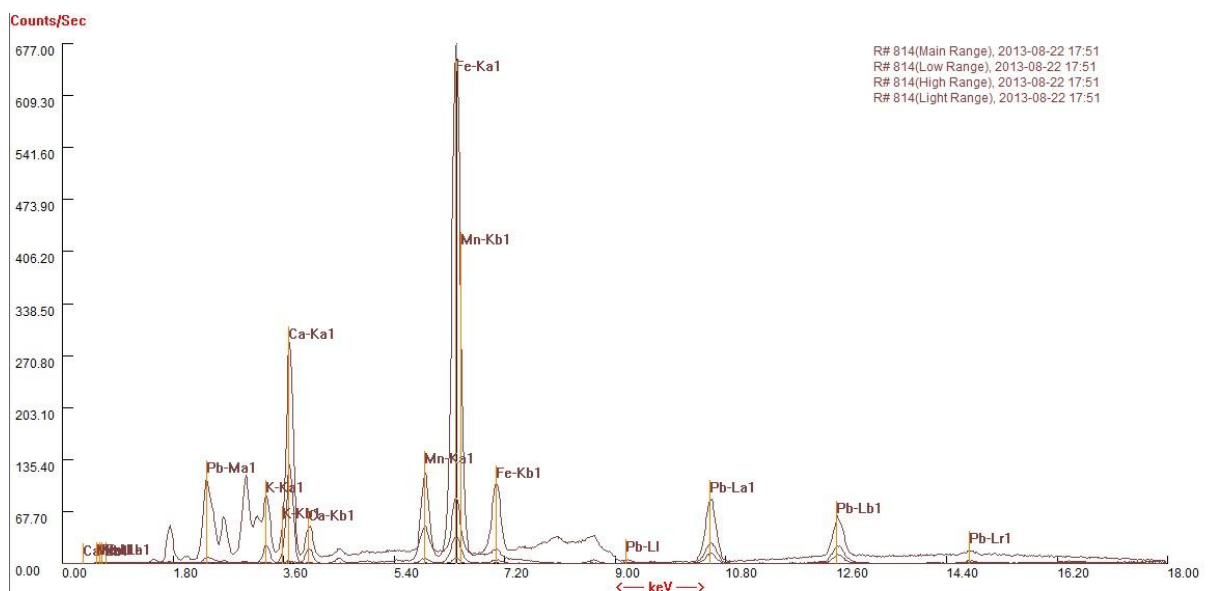
Aluminium (Al)

7. XRF-spektra²



Graf. 1. Grundering (X1).

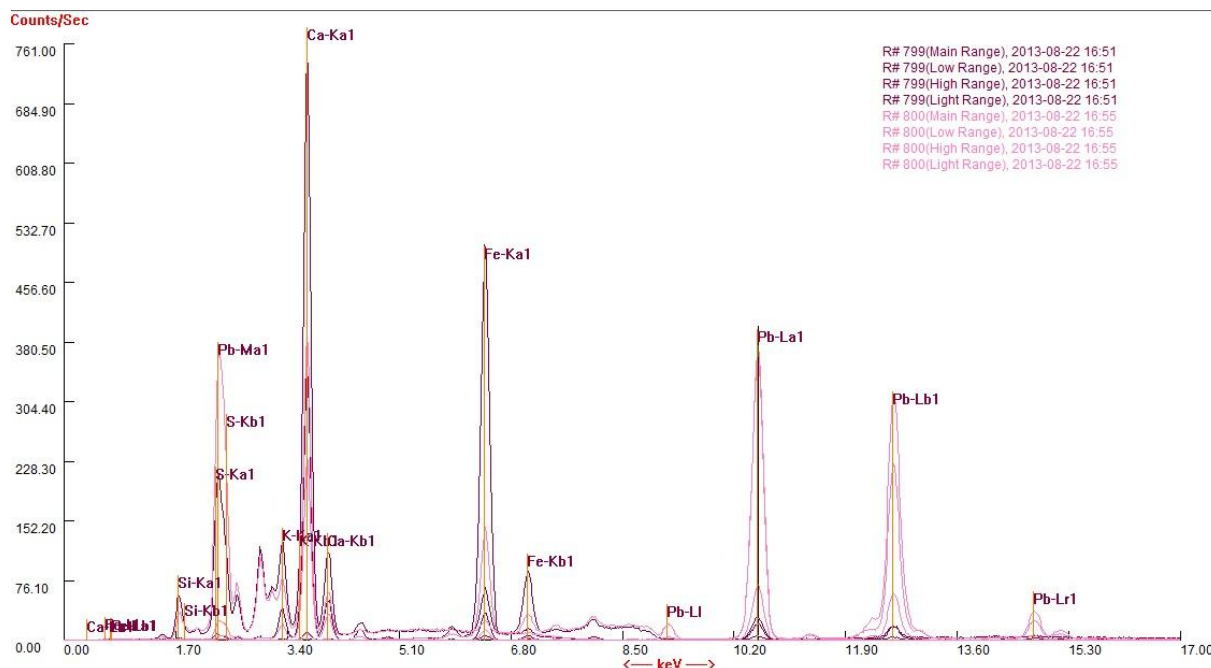
Avlesning av grundering gav utslag for kalsium (Ca), jern (Fe), kalium (K) silisium (Si) og noe bly (Pb). Grunderingen består trolig av jernbaserte røde og brune jordpigmenter og kritt. Små mengder blyhvitt eller blyrødt kan ha blitt tilsatt som sikkativer.



Graf.2. Grundering i lerretremse. (X18)

Avlesning av grundering gav utslag for jern (Fe), kalsium (Ca), silisium (Si), kalium (K) og noe bly (Pb). Også i lerretremsen består grunderingen trolig av jernbaserte røde og brune jordpigmenter og kritt. Små mengder blyhvitt eller blyrødt kan ha blitt tilsatt som sikkativer.

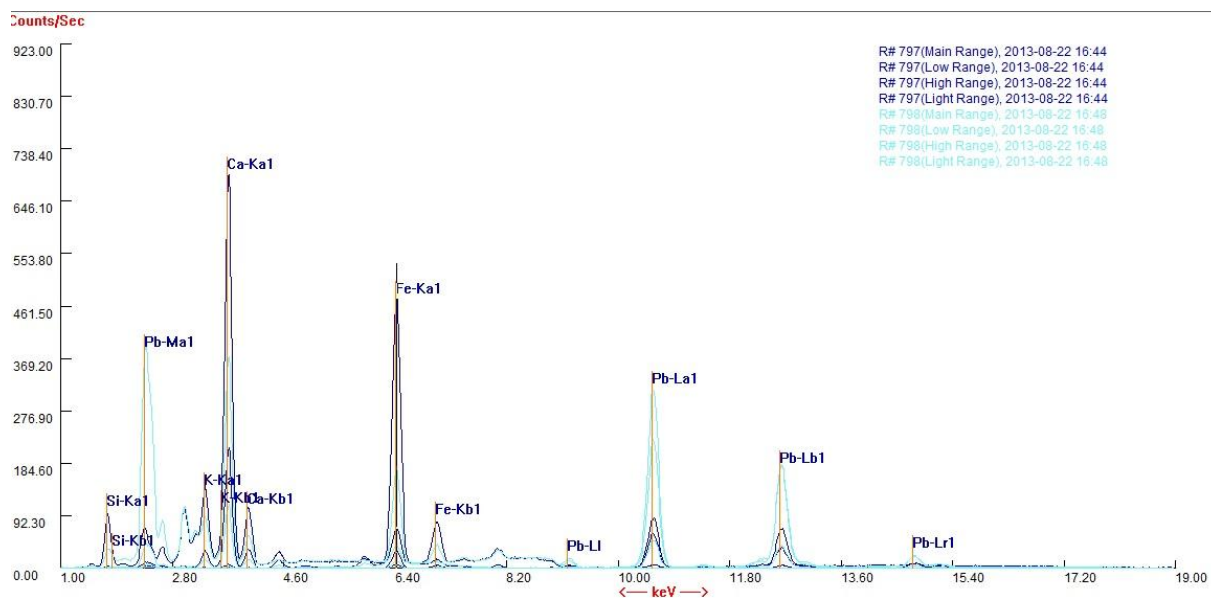
² XRF-analysene ble utført med en håndholdt Niton XRF-pistol og resultatene omgjort til spektra med programvaren Niton Data Transfer Alpha 7.1.



Graf.3 Fiolett fargeområde (0101 og 0102, X5, X6).

Mørkt parti: utslag for kalsium (Ca), jern (Fe), kalium (K) silisium (Si) og noe bly (Pb)

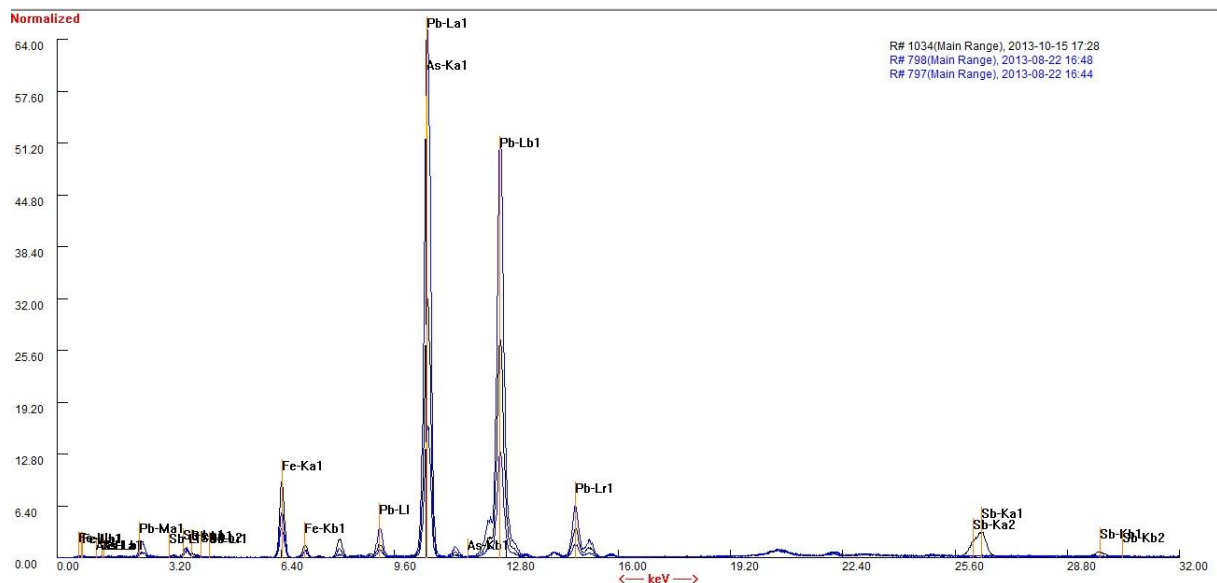
Lyst parti: lignende utslag med tydeligere utslag for bly (Pb). Blyhvitt er sannsynligvis blandet i lyse fiolette områder.



Graf. 4. Marias blå kappe (0201 og 0202, X4, X3).

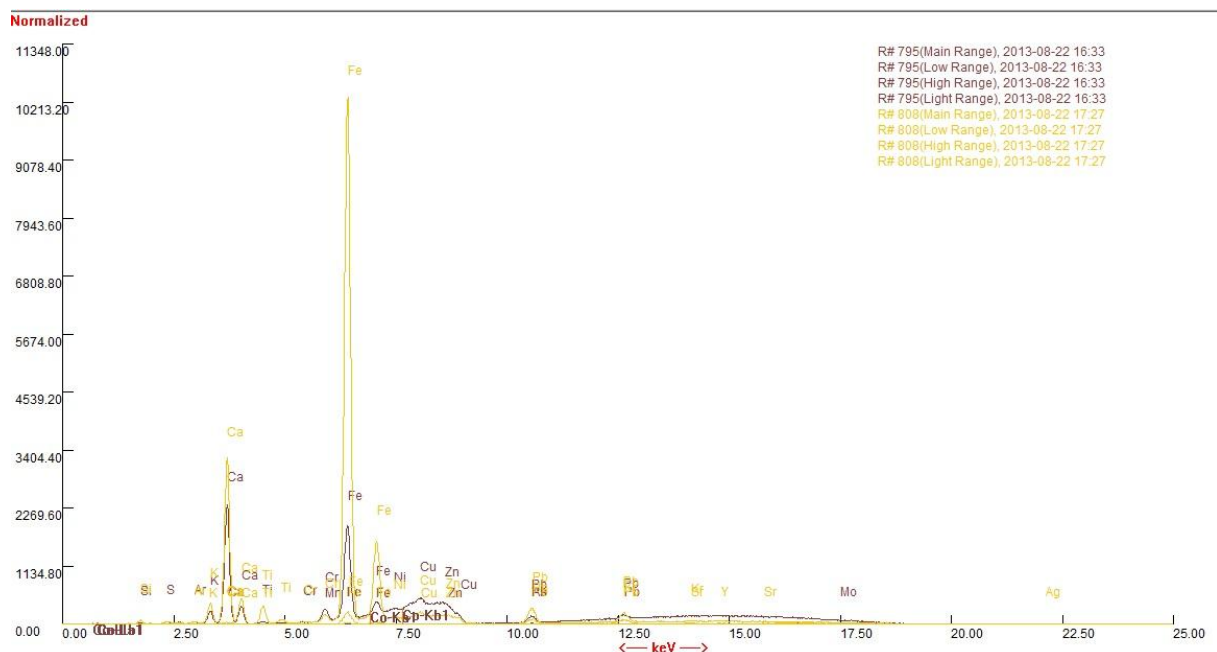
Mørkt parti: utslag for kalsium (Ca), jern (Fe), kalium (K) silisium (Si) og noe bly (Pb)

Lyst part: lignende utslag med tydeligere utslag for bly. Blyhvitt er sannsynligvis blandet i lyse blå områder.



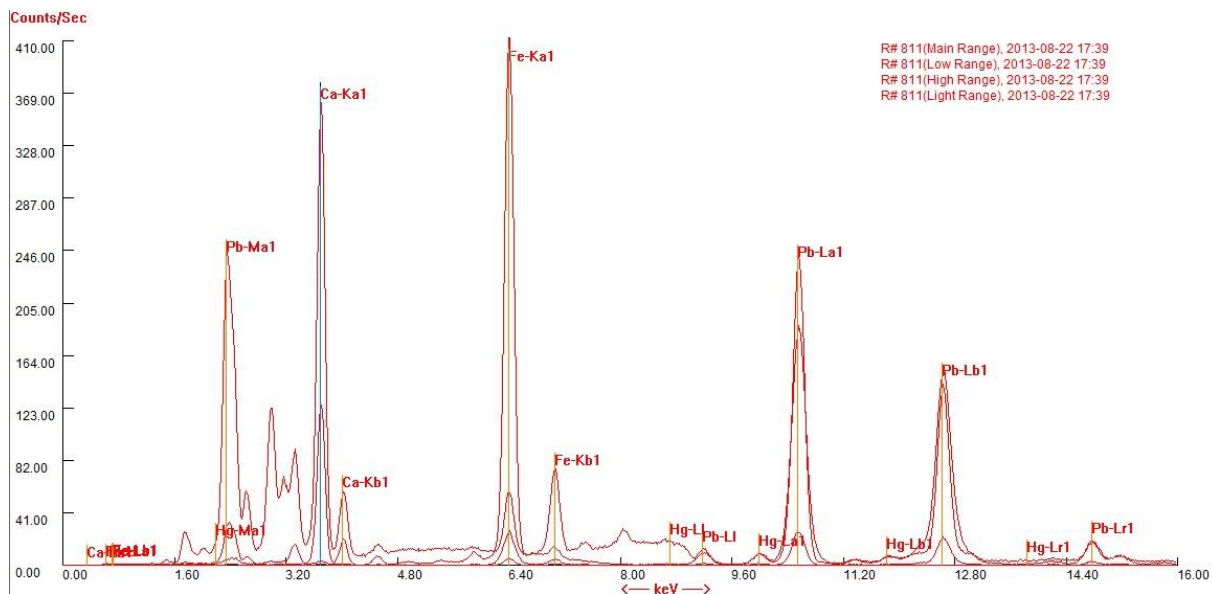
Graf. 5. Sammenligning av blå fargeområder (0201, 0202 og 0203, X4,X3, X21).

Blå bakgrunnsfarge under Joseffiguren (sort spektrum) skiller seg fra spektra i Marias kappe ved at bakgrunnsfargen gav utslag for små mengder antimon (Sb).



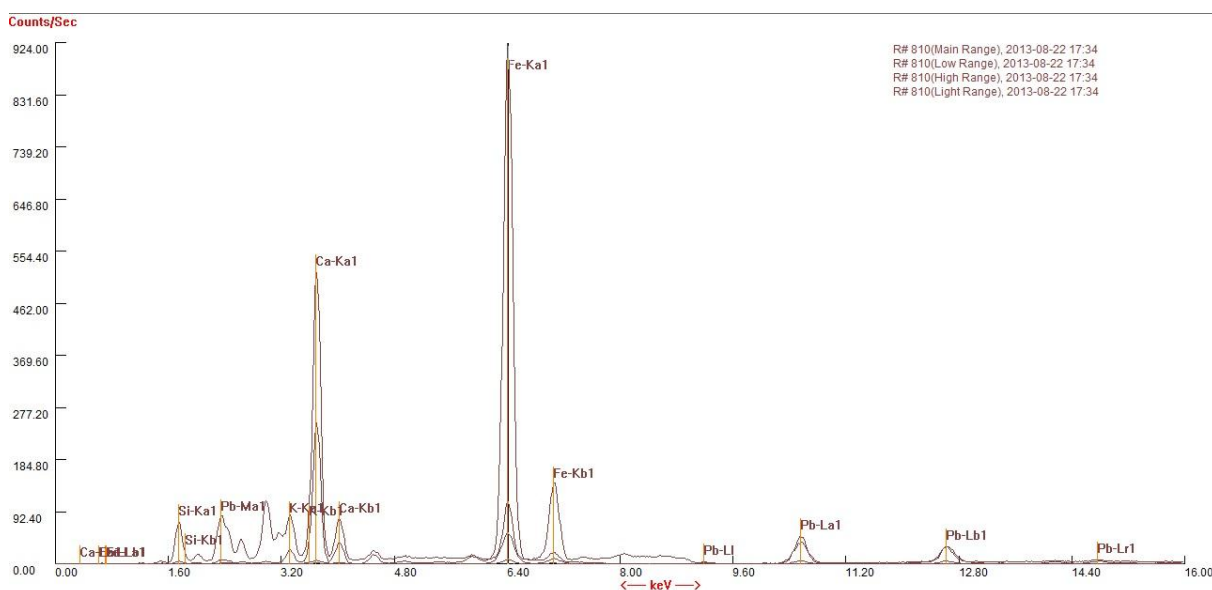
Graf 6. Gult fargeområde (gult spektrum, X12) sammenlignet med grundering (brunt spektrum).

jern (Fe), kalsium (Ca) og noe bly (Pb). Betydelig høyere jerninnhold i gult fargeområde sammenlignet med grunderingen kan antyde at et jordpigment, mest sannsynlig gul oker er benyttet.

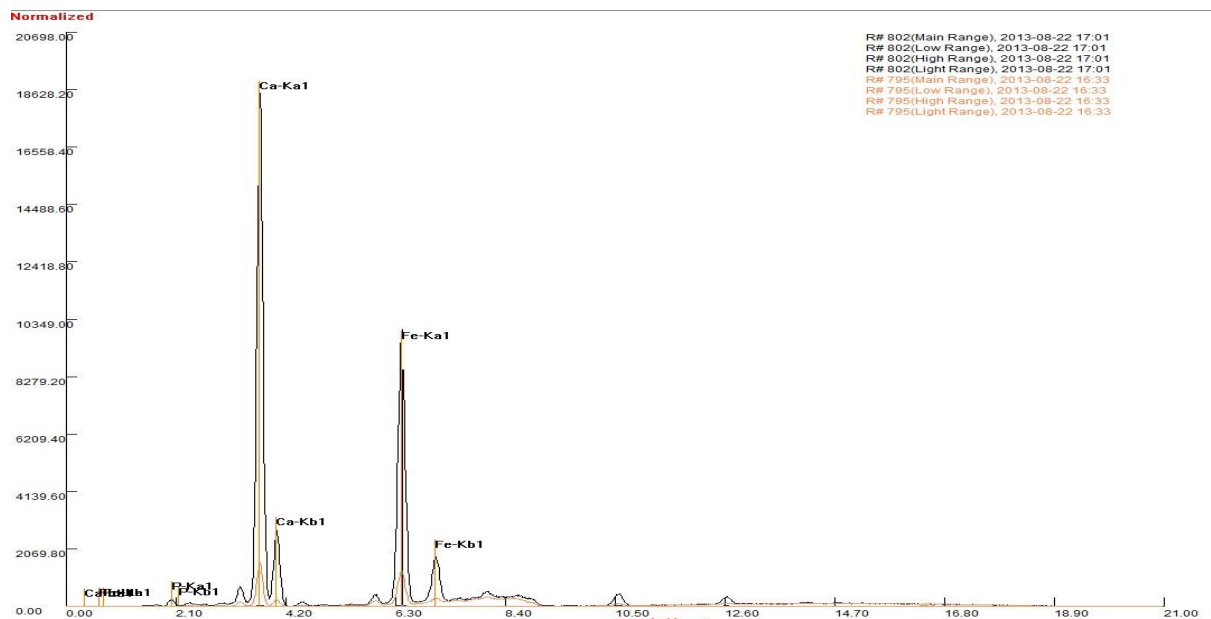


Graf. 7. Rødt fargeområde i Jesus lepper (0501, X15).

Avlesning gav utslag for jern (Fe), kalsium (Ca) og bly (Pb), samt små utslag for kvikksølv (Hg). Kvikksølv kan indikere at sinober er brukt i fargelaget, kanskje over blyrød eller rød oker.

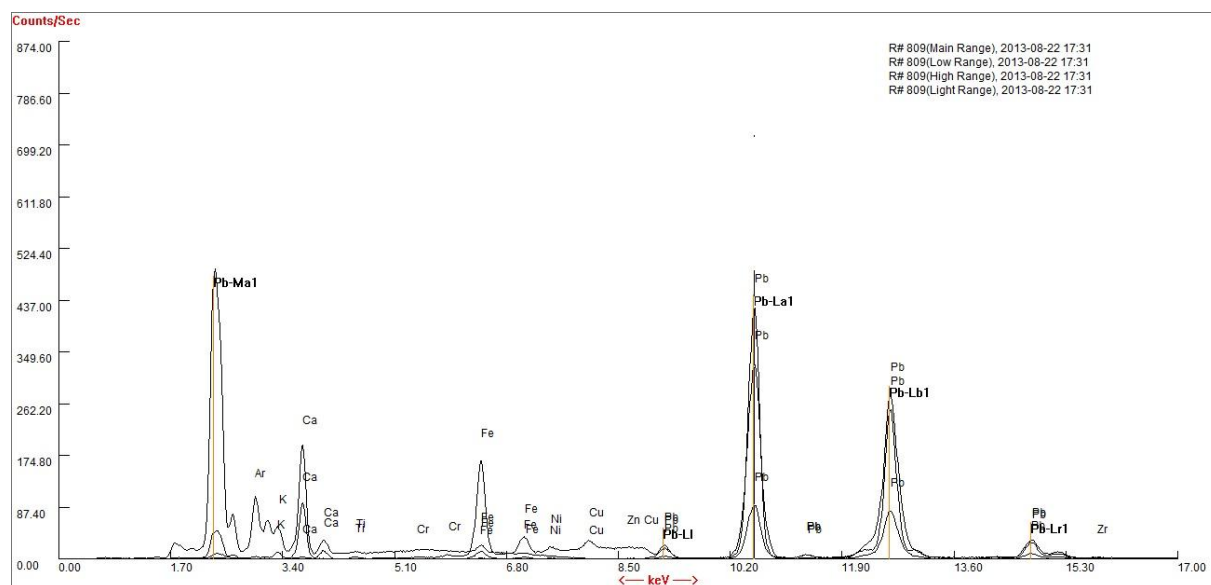


Graf. 8. Brunt fargeparti i Marias hår (X14)



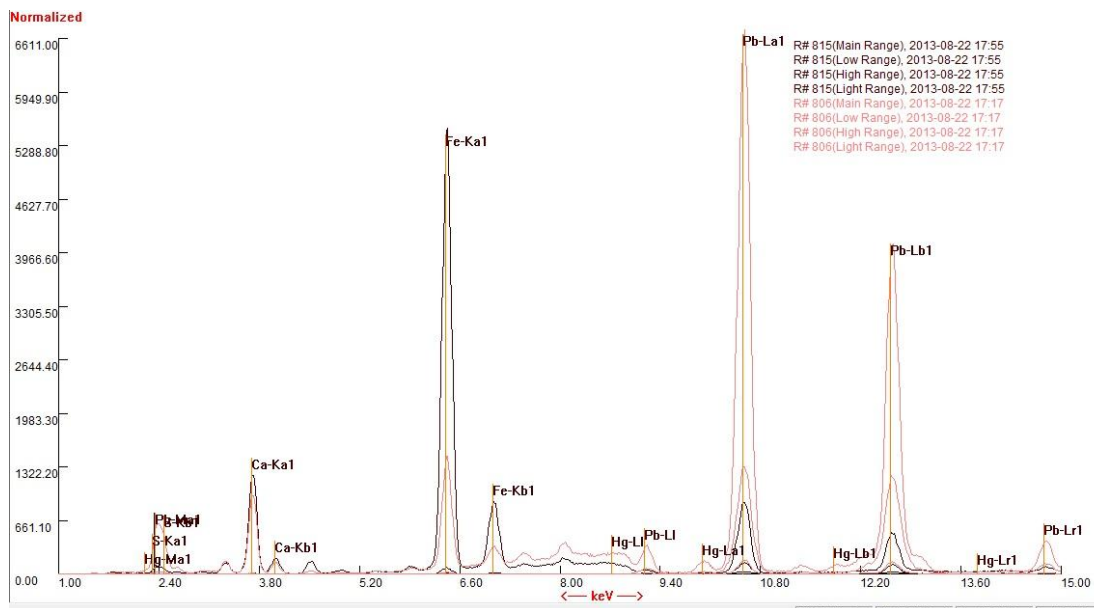
Graf. 9. Sort fargeområde (0701, X8) (sort spektrum) sammenlignet med grundering (oransj spektrum).

Avlesning gav utslag for kalsium (Ca) og jern (Fe), med betydelig høyere kalsiuminnhold i det sorte fargelaget i forhold til grunderingen. Det høye kalsiuminnholdet kan tyde på at bensort er benyttet.



Graf. 10. Hvitt fargeområde (0801, X13).

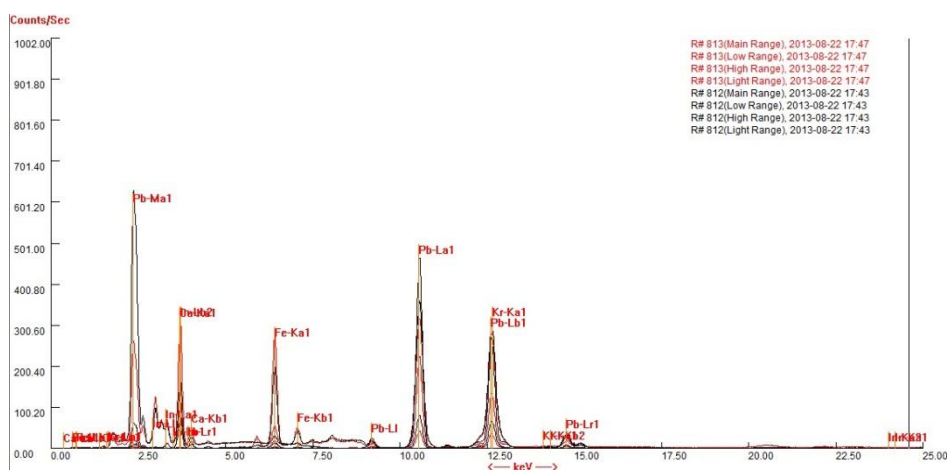
Som forventet ble det registrert kraftige utslag for bly (Pb) i Jesus hvite kjortel som sannsynligvis er malt i blyhvitt.



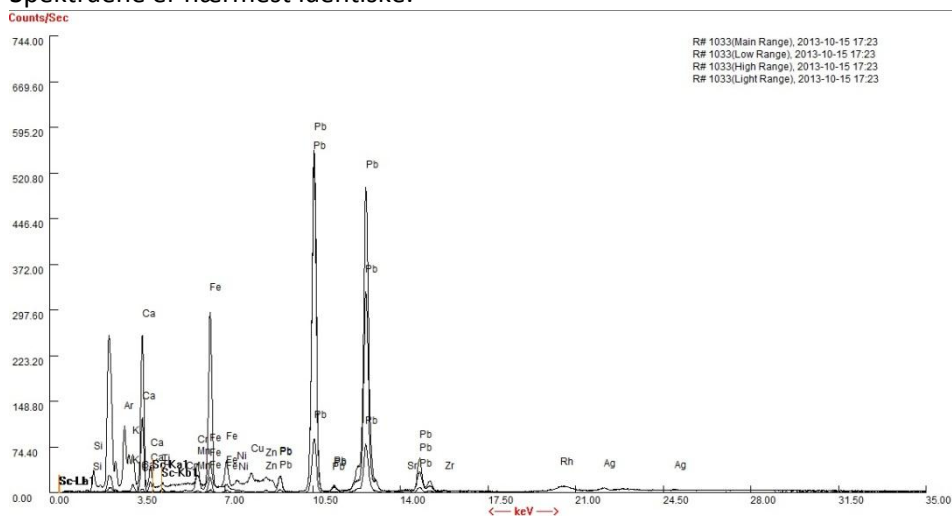
Graf. 11. Karnasjon (0901 og 0902, X19 og X10).

Mørk karnasjon (mørkt spektrum): jern (Fe), kalsium (Ca) og noe bly (Pb).

Lys karnasjon iblandet rødt (lyst spektrum:) bly (Pb), jern (Fe), kalsium (Ca) og små utslag for kvikksølv (Hg). Trolig er sinober anvendt også i figurenes røde kinn.

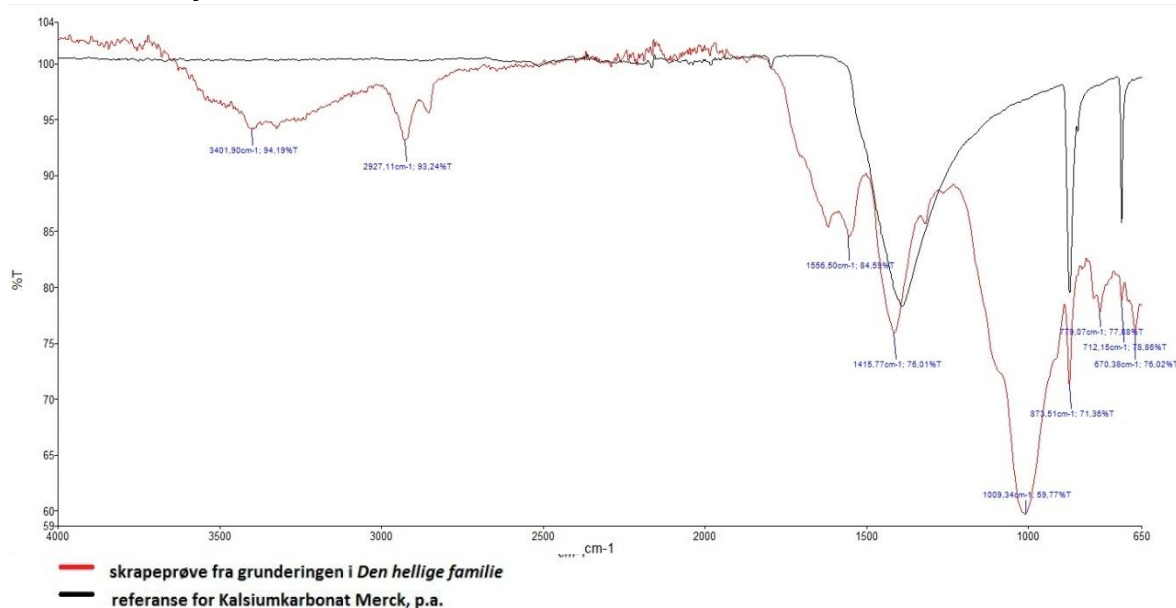


Graf.12. Sammenligning av XRF-spektra for Josefs hånd i hovedlerret og i lerretsremse (X17 og 16)
Spektraene er nærmest identiske.



Graf. 13. Mørk brun i lerretsremse (X20).

8. FTIR analyseresultater³



Graf. 14. FTIR analyse av skrapeprøve fra grunderingen (IR1).
Sammenlignet med referansespektrum for kalsiumkarbonat.

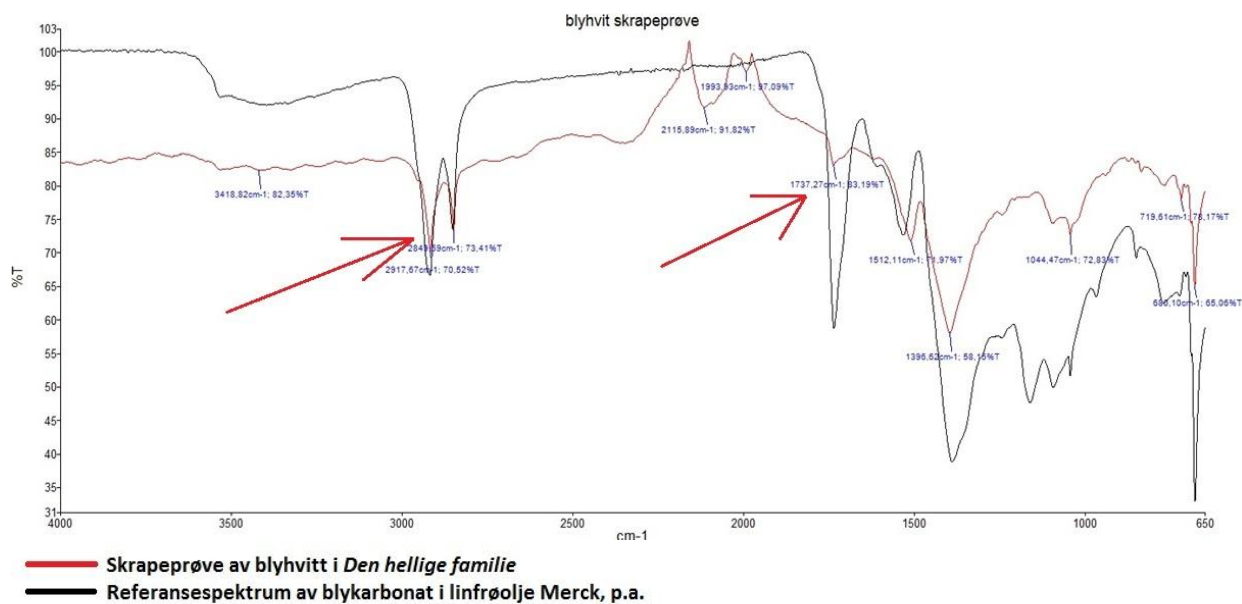
Referansespektrum for kalsiumkarbonat stemmer overens med tre av båndene i grunderingsprøven. Et bånd rundt 872 cm^{-1} indikerer kalsiumkarbonat (Derrick mfl. 1999: 117). Dette underbygger antagelsene om kritt i grunderingslaget, som også ble påvist med XRF og SEM-EDS (iii).

Det kraftige båndet rundt $1100\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$ konstaterer at det er silikatforbindelser i grunderingen (Derrick mfl. 1999: 117). Dette ble også bekreftet ved XRF og SEM-EDS analyser (iii). Jordpigmenter har sjelden absorberingsbånd i midt-IR spektrumet. Fordi naturlige jordpigmenter imidlertid gjerne inneholder mineraler som leire og kvarts, vil ofte IR-spektra for okere og jordpigmenter korrespondere med spektra for silisiumdioksid og silikater (Derrick mfl. 1999: 118).

Fravær av bånd ved 1750 cm^{-1} kan bety at oljebindemiddel kan utelukkes, mens et lite utslag rundt 1650 cm^{-1} og 1550 cm^{-1} kan indikere protein (animalsk lim).

Det er imidlertid viktig å påpeke at en FTIR-analyse ikke alltid vil identifisere et organisk bindemiddel i pigment og -bindemiddel-blandinger. Dette gjelder særlig dersom det er små konsentrasjoner bindemiddel sammenlignet med pigmentandelen. De relative intensitetene for det sterkeste absorberingsbåndet er ikke det samme for hver komponent og avhenger av faktorer som dipolmoment og bindingsstyrke (Derrick mfl. 1999: 120).

³ FTIR-analyse ble utført med: FT-IR Spectrometer, Perker Elmer, Universal ATR.

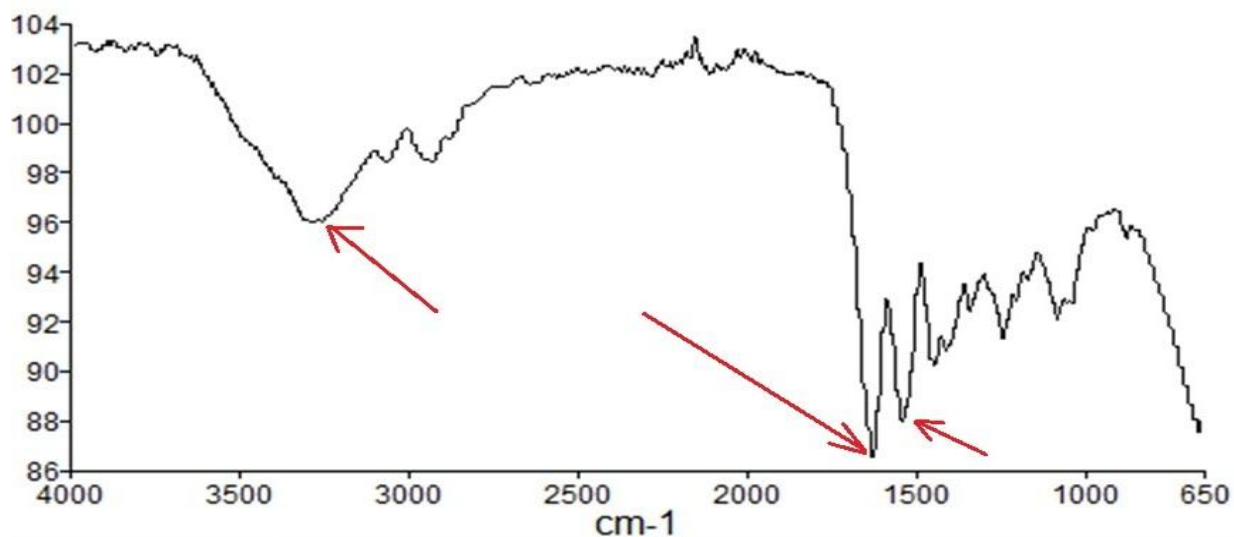


Graf. 15. FTIR-analyse av bindemiddelet i skrapeprøve fra fargelag med blyhvitt (IR2). sammenlignet med referansespektrum for linolje med blyhvitt.

Syv av båndene korresponderer med referansespektrum for blyhvitt i linfrøolje.

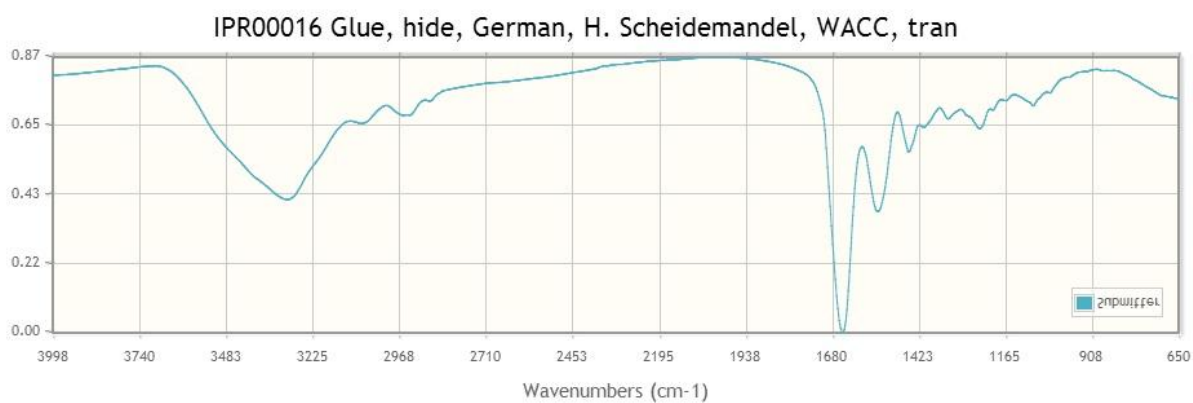
Absorpsjonsbånd i 2925 cm^{-1} og 2850 cm^{-1} -regionen for karbon-hydrogen enkeltbindinger viser at det er organiske forbindelser i prøven.

Et lite bånd ved 1737 cm^{-1} indikerer esterbindinger i prøven som er karakteristisk for oljebindemiddel (Derrick mfl. 1999: 103).



Graf 16. FTIR-analyse av skrapeprøve fra klebemiddelet på blindramme (IR3).

Absorpsjons-bånd i amidregionen ($3200\text{--}3400\text{cm}^{-1}$, 1650 cm^{-1} , 1550 cm^{-1}) vitner om protein-innhold (Derrick mfl. 1999: 108). Limet er trolig animalsk.



Referansespektrum for hudlim hentet fra IRUG databasen.

13. Tabeller

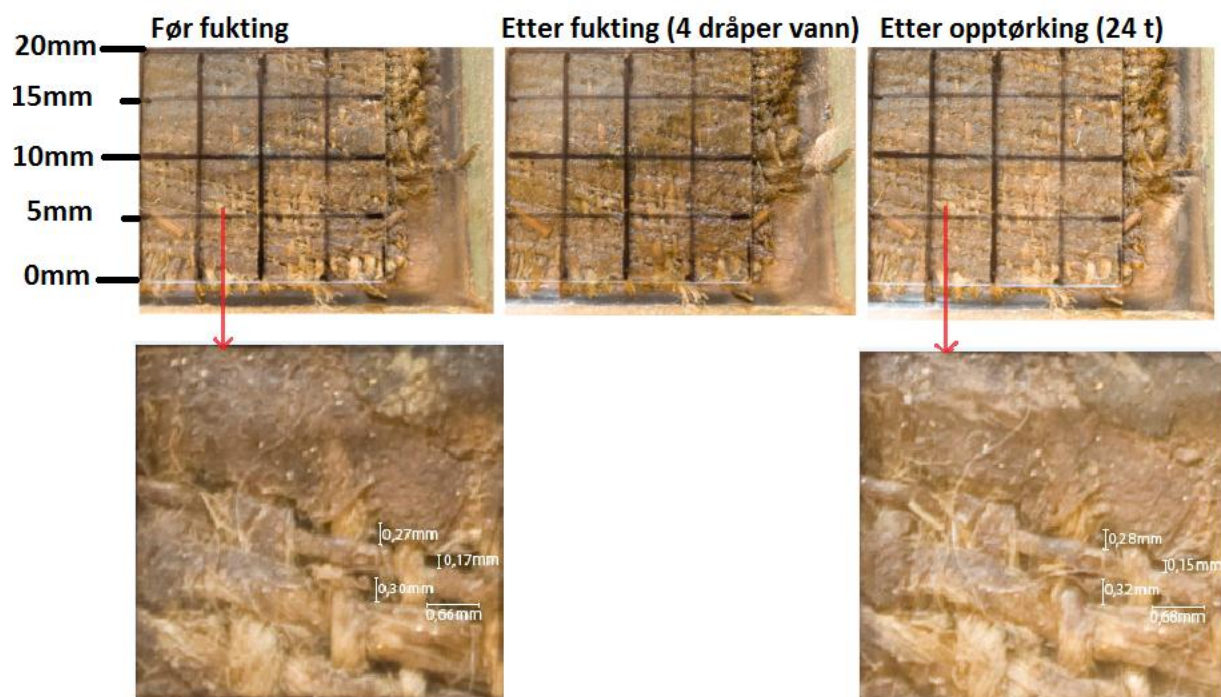
1 Oversikt over fargeområder og fargestrukturtabell.



Fargestrukturtabell <i>Den hellige familie</i>										
Nr.	Hoved-farge	Spesifikk farge	Lokalisering	Påføring	Dekkevne	Stratigrafi	XRF	Falsk farge og Røntgen	Arbeidsmikroskop (8-100x)	SEM-EDS
1	Fiolett	0101	Marias kjole	M	Trans	4. Mørk fiolett 4. Hvite høylys			Kantede røde og hvite partikler	
				M	Opak	3. Lys fiolett	Ca, Si, Pb, Fe, K, S	FF: Blek R: Hvit		
				Mk	Opak	2. Rød grundering	Ca, Si, Fe, K, Cu, noe Pb	FF: Oransj R: mørk grå		
				Mk	Opak	1. Mørk brun grundering				
		0102	Marias kjole mørke områder		Trans	3. Mørk fiolett	Ca, Si, Fe, K, S? lite Pb	FF: Mørk grå R: Mørk grå		
	2	Blått	0201	Marias kappe	M	Semi trans	4. Hvite høylys 4. blå skyggepartier	Pb, Fe, Ca, K, Si, S Cu (lite)	FF: fiolett R: Hvit/sort	
M					Opak	3. Lys blå	Pb, Fe, Ca, K, Si, S? Cu (lite)	FF: fiolett R: hvit	Varierte, rettviskede blå og hvite pigmentkorn, sterk mørk blå.	Pb, Si, Al, Fe, S, Cl, Ca,
Mk					Opak	2. Rød grundering	Si, Fe, Ca, K, Cu, noe Pb	FF: oransj R: Mørk grå		Fe, Al, Si, S, K, Ca, Pb
Mk					Opak	1. Brun grundering		Mørk grå		Si, Fe, Al, K, Ca,
		0202	Marias kappe mørk			3. Mørk blå		FF: Fiolett R: sort		
		0203	Bakgrunn under Josef	M		3. Blågrønn	Pb, Fe, Ca, K, Si, Sb, S? Cu	FF: Mørk gråblå R: grått, hvite høylys		
3	Gult	0401	Josefs brille	Mk	Opak	4. Gul	Pb, Fe, Ca, K, Si, S?	FF: gul/lys brun R: mørk		
				Mk		Opak	3. Brunrød			
4	Rødt	0501	Figurenes lepper	M		4. Rødt	Pb, Fe, Ca, K, Si, S?, Hg	FF: oransj R: Hvitt i lyst, grått i skygge		
				Mk	Opak	3. Kamasjon				
5	Brunt	0601	Josefs bok	Mk	Opak	3. Lys brun		Sort		
		0602	Jesus og Marias hår	T	Semi trans	4. Mørke skygger 4. lyse gule høylys	Fe, Ca, K, Si, Pb, S?	FF: Brun R: Lysegrått		
				M	Opak	3. Lys brun				
		0603	Josefs drakt 1	Mk	Semi trans	Mørk gråbrun		R: lys FF: mørk grå		
				M		Lysmodellering				
0604	Josefs drakt 2	M	Semi trans	3. Mørk rød brun	Fe, Ca, Si,	R: Sort FF: gul				

Nr.	Hoved-farge	Spesifikk farge	Lokalisering	Påføring	Dekkevne	Stratigrafi	XRF	Falsk farge og Røntgen	Arbeidsmikroskop (8-100x)	SEM-EDS
6	Sort	0701	Bakgrunn	Mk	Semtrans	3. Mørk sort	Ca, Fe, K, Si, P, noe Pb	FF: sort R: Sort	Sorte og brune store partikler.	
7	Hvitt	0801	Jesus' klede Josefs bok (innside)	M	Semtrans	4. Hvitt høylys 4. Mørke skyggeområder	Pb, Ca, Fe, K,	FF: hvit R: Hvit R: Grå		
				M	Opak	3. Lys grå mellomtone		FF: hvit R: Hvit		
		0802	Josefs skjegg	T	Opak	4. Hvite hårstrå		FF: hvit R: Hvit		
				M	Opak	3. Grå mellomtone		R: Sort		
		0803	Marias klede	M	Semitrans	4. Hvit				
				M		3. Karnasjon				
8	Karnasjon	0901	Figurenes lyse hudpartier	M	Opak	5. Hvitt høylys 5. sorte, hvite, blå og brune detaljer	Pb, Fe, Ca, K, Si, S?,	FF: hvit, gult i kinn og knær R: Hvit	Røde og hvite partikler	
				M	Trans	4. Lyserødt	Pb, Fe, Ca, K, Si, S?, Hg			
				M	Opak	3. Lys hudfarge		R: Grå		
		0902	Figurenes mørke ansiktspart	T		4. Sorte, hvite og blå detaljer		FF: sort R: Sort og hvit		
			ier	Mk	Opak	3. Mørk brun	Fe, Ca, K, Si, S?, Pb (lite)	FF: brun/grå R: Sort	Små, runde, røde, hvite oransje pigmenter	
		0903	Figurenes kropp (mørke partier)	M	Opak	3. Mørk brun		FF: hvit, R: Hvit	Røde og hvite partikler	

2. Krympetest

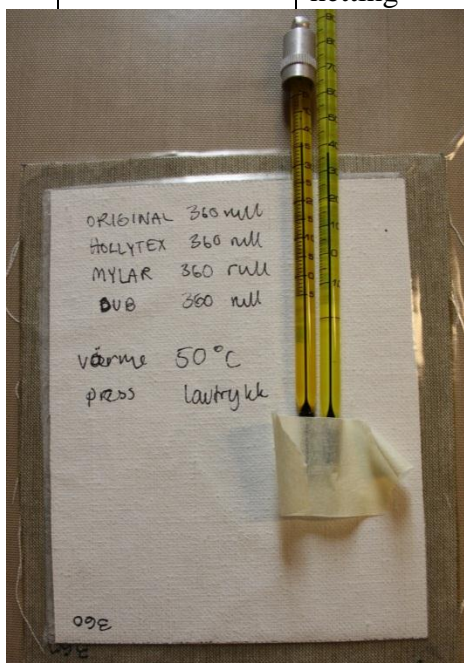


Det var ønskelig å undersøke lerretets respons på fuktighet før behandlingsforslag kunne utformes. Et lerrets fuktreaksjon vil også kunne forutsi effekten av høy relativ luftfuktighet (Young 1999: 85). Lerretets krympepotensiale avgjøres av fiberens hygroskopiske egenskaper og lerretets vevning og trådtetthet (Hedley 1989: 114).

Fordi lerretsveven er avgjørende, ble det ansett som hensiktsmessig å gjøre en krympeundersøkelse av et 2 cm² stort område i malerilerretets øvre, høyre hjørne (K). En måleskala på 2 cm² ble opptegnet på et objektglass som ble plassert på lerretskanten med en treklype. Området ble gjennomfuktet med ca. 4 dråper destillert vann, under observasjon i arbeidsmikroskop. Lerretet fikk tørke i 24 timer før det ble vurdert om det hadde krympet. Det ble tatt nærbilder av området før fukting, underveis og etter opptørring som gjorde det mulig å sammenligne avmålinger av mellomrom i lerretveven i photoshop.

3. Test av ulike dubleringsløsninger

Nr .	Klebemiddel	Påføring	Aktivering	°C	Bemerkninger:
1	Lascaux 375/ Beva gel	Rull gjennom netting	Lavtrykksb ord varme	70 °C	God heft, limet trengte ned i lerrete
2	Lascaux 360	Rull gjennom netting	Lavtrykksb ord varme	50 °C	God heft, lavere varme, men limet trengte ned i lerretet
3	Lascaux 375/ Beva gel	Rull gjennom netting	Press	Inge n	Ikke uniform heft.
4	Beva-371-film/ Beva gel	Rull gjennom netting	Lavtrykksb ord Varme	70 °C	God heft, limet trengte inn i lerretet.
5	Beva-371-film		Lavtrykksb ord Varme	70° C	Uniform heft. limet penetrerte ikke ned i lerretet
6	Lascaux 498	Spray	Lavtrykksb ord aceton	inge n	Liten heft, delaminering.
7	Lascaux 360	Rull gjennom netting	Lavtrykksb ord aceton	inge n	Liten heft.




Det ble benyttet polyesterseilduk og mellomlegg av Hollytex og Melinex i alle testdubleringene. Dubleringsprøvene ble utført på lavtrykksbord.

4. pH av fargelag

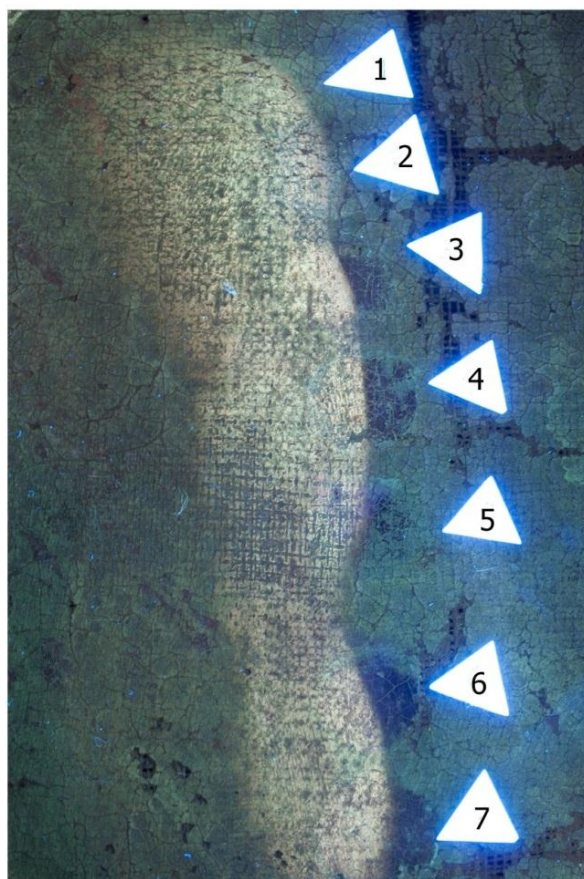
pH-målinger av overflaten:		Konduktivitet:
Mørk blå	pH 6.4	
Fiolett	pH 6.5	
Jesus kne	pH 6.3	0.23 mS/cm
Lys blå	pH 6.8	0.31 mS/cm
Blanching i Jesus kjortel	pH 5.5	0,16 mS/cm
Brun	pH 6.1	
Blanching i mørk blå	pH 5.7	0.27 mS/cm
Sort	pH 5.4	0.30 mS/cm
Pemulengel		0.61 mS/cm

5. Rensetester

		Rensemiddel:	Oppskrift:
	A	Saliva	
	B	1 % TAC i destillert vann	0,5 g Triammoniumcitrat 50 ml vann
	C	2 % TAC i destillert vann	1 g Triammoniumcitrat 50 ml vann
	D	Sitronsyre	50 ml destillert vann 0,25 g sitronsyre TEA tilsatt til pH 7,3
	E	Pemulen	1 g Pemulen TR-2 100 ml destillert vann 1 ml TEA (tilsatt mer TEA for å øke pH til 7,3)
	F	5 % Agarose i destillert vann med 2 % TAC	2,5 g Agarose 1 g Triammoniumcitrat 15 ml vann



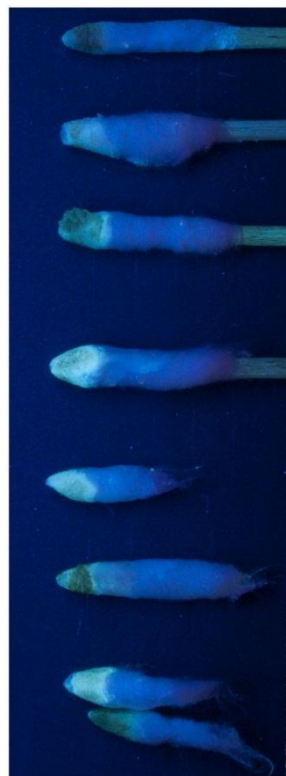
NORM.



UV



Normal belysning



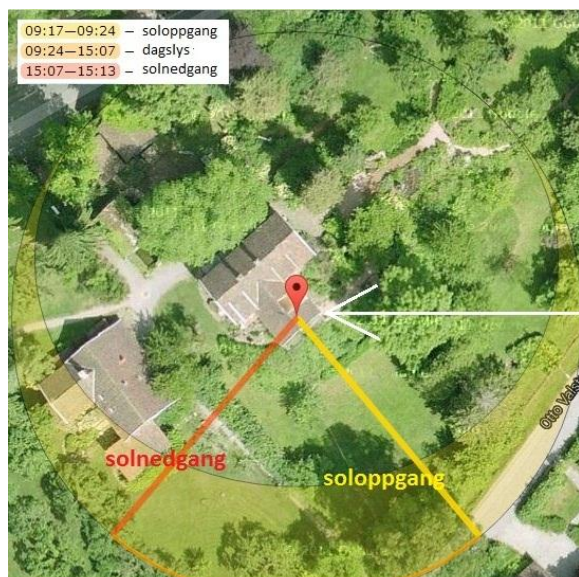
UV-belysning

	Rensemiddel	Oppskrift
1	Saliva	
2	5% Agarose med 50: 50 vann/etanol	1,5 g agarose 15 ml pH-nøytralisert vann 15 ml etanol
3	Pemulengel med 10 % benzylalkohol	1 g Pemulen TR-2 100 ml destillert vann 1 ml TEA (tilsatt mer TEA for å øke pH til 7,5) 10% benzylalkohol (10ml)
4	Isopropanolgel	150 ml isopropanol 25 ml vann 10 ml etomeen C-25 3 g carbopol EZ
5	Isopropanol/ bensylalkohol gel	100 ml isopropanol 10 ml benzylalkohol 10 ml destillert vann 20 ml ethomeen C-25 2 g carbopol EZ
6	Etanol gel	100 ml etanol 16,6 ml destillert vann 6,6 ml ethomeen C-25 2 g carbopol EZ
7	Acetongel	100 ml aceton 10 ml ethomeen C-25 3 g carbopol EZ 100 ml destillert vann

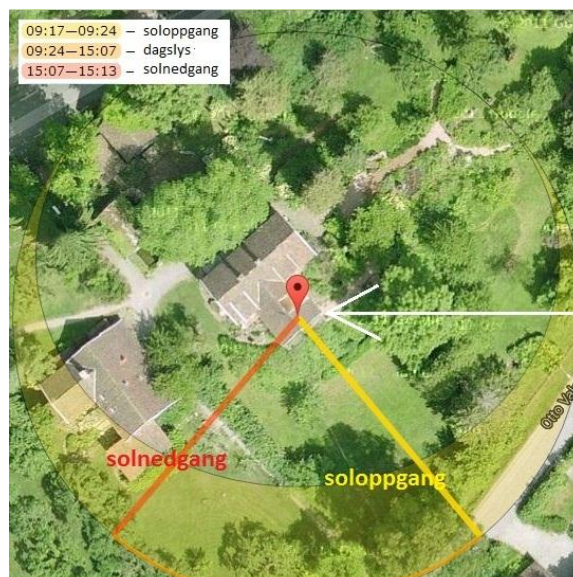
6. LUX og UV-målinger i Valstads atelier⁴

	Dato:	Kl.:	Vær:	Lux:	UV:
	10. Feb.	Kl. 15.15	Overskyet	9,0 LUX	0
	7. Mars kl 11.40	kl 11.40		55,7 LUX	0
	4. April kl.12	kl.12.00	Sol, skyfritt	153 LUX	1,3
	3. Mai kl 12	kl 12.00	Overskyet	21 LUX	0
	3. Juni kl 12	kl 12.00	Sol, skyfritt	161 LUX	0
	3. Juli kl 15	kl 15 .00	Overskyet	50,9 LUX	0
	2. Aug. kl. 11	kl. 11.00	Overskyet	15,4 LUX	0
	Sept.	X	X	X	X
	8. Okt. kl 11.30	kl 11.30	Sol, skyfritt	38 LUX	0
	8. Nov.	kl. 12.00	Sol, skyfritt	46 LUX	0
	11. Des.	kl. 12.00	Overskyet, snø	11,3 LUX	0

Målingene ble utført ved *Den hellige families* plassering på veggen. med taklampe på og rullgardin nede...



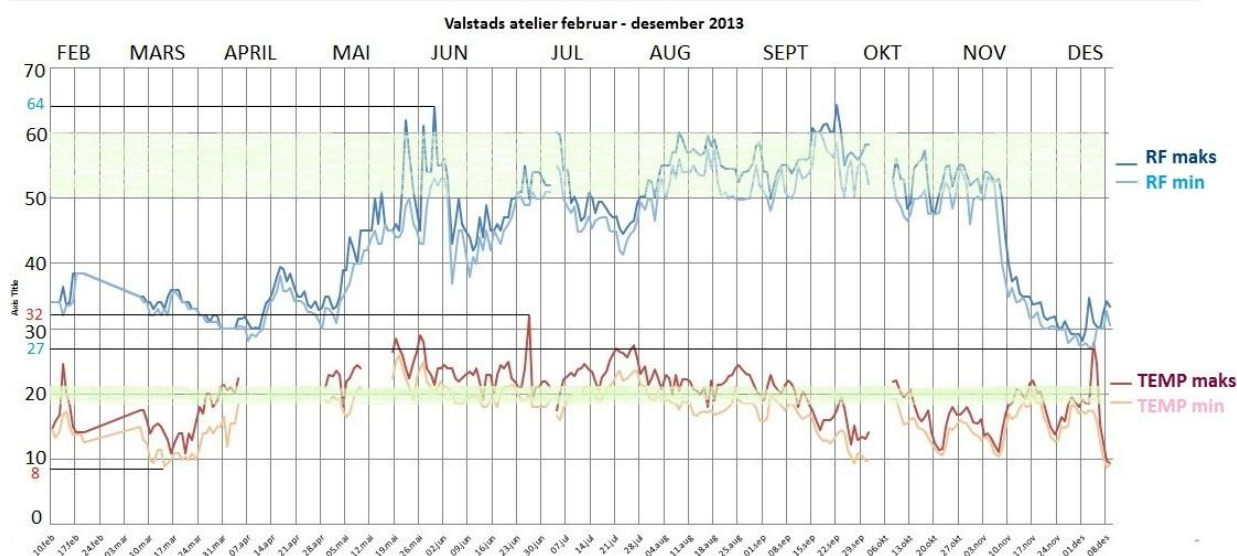
III. Valstads atelier fotografert ovenfra
Illustrerer hvordan sollyset treffer ytterveggen i
desember måned.



III. Valstads atelier fotografert ovenfra
Illustrerer hvordan sollyset treffer ytterveggen i
desember måned.

⁴ LUX og UV-verdier ble målt med Elsec 765 Lightmeter. Standard ST 1300

7.RF og temperatur-målinger februar til og med desember 2013⁵



RF og temperatur-målinger i Valstads atelier februar - desember 2013.

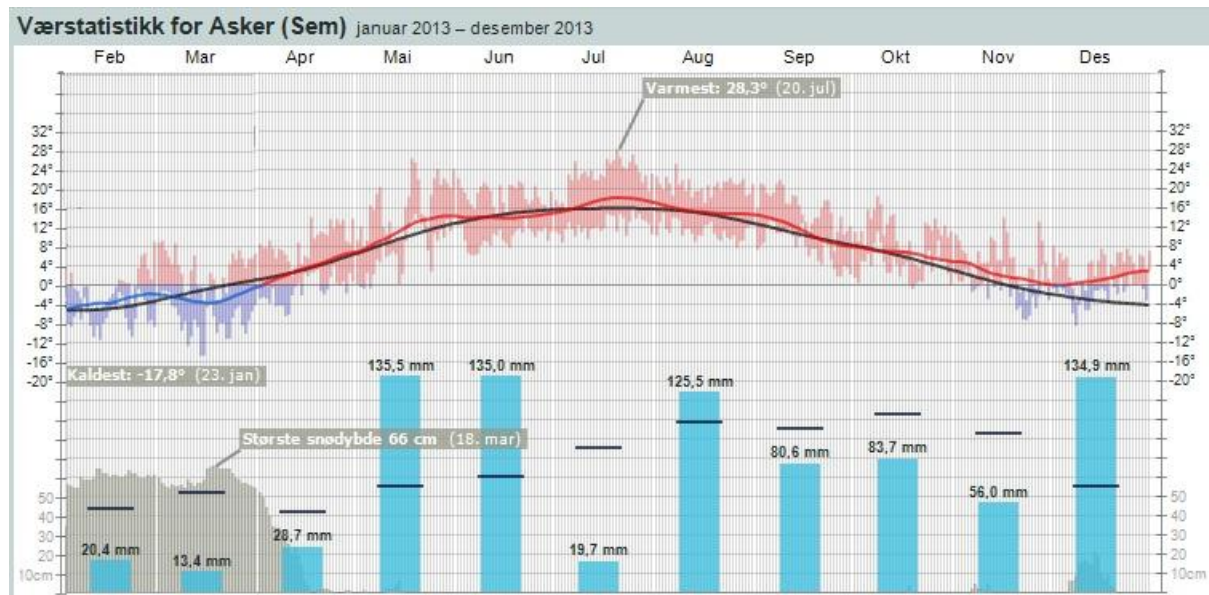
Målingene viser årlige variasjonsspenn på 8-32 °C og 27-64 % RF.

Generelt er det tørrere og kaldere i vintermånedene med mellom 30 og 40% RF og temperaturer mellom 10 og 20 °C.

Sommermånedene er fuktigere og varmere med RF-nivåer fra 40-60% og temperaturer mellom 18 og 30°C.

Grønn farge representerer Thompsons anbefalinger for klimatiske nivåer for maleri.

(Hull i grafen markerer der målinger ikke ble registrert grunnet penner som ikke virket).



Værstatistikk for Asker (Sem) februar - desember 2013

Sammenlignes grafen for klimaet i Hvalstads atelier med oversikt over utendørstemperaturer og nedbør registrert i Asker i 2013 er det mulig å se at utendørsvariasjonene påvirker klimaet i atelieret.

⁵ RF og temperatur ble overvåket med Lambrecht 252 termohygrograf og kontrollmålt hver måned med Novasina ms1. Termohygrograf var plassert på hylle inntil yttervegg ca 1,5 meter over gulvet.

8. Oversikt over undersøkelser

Undersøkelse	Beskrivelse av undersøkelse/ redskap	Dato	Tidsbruk
RF og temperatur	med Lambrecht 252 termohydrograf	Kontinuerlig Feb-des.2013	
Lux	Elsec 765 Lightmeter. Standard ST 1300	En gang i måneden fra februar til des. 2013	
Artist Kamera	Fargefotografi, UV-fluorescens, IR 2- og falsk farge IR opptak.		7 timer
Røntgen	GE mobilt røntgenapparat	21.08.2013	1 time
Trådtelling		29.07.2013	2 timer
Trådfoldetest	Etter Oriolas metodebeskrivelse (2011)	30.07.2013	30 minutter
Fiberanalyse I	Leica DM2500P (400 x) polarisasjonslysmikroskop	30.07-01.08.2013	12 timer
Vritest	Destillert vann, kokeplate, treklype	27.08.2013	1,5 timer
Krympetest av 2x2 cm ²	Destillert vann, treklype, objektglass med mm-skala	29.08.2013- 30.08.2013	2 timer (+ 24 timer)
pH-undersøkelse	Merck colorpHast indikatorstrips pH 4.0-7.0	23.09.2013	1 time
pH-undersøkelse	Horiba B-212 TWIN kompakt pH meter	24.09.2013	5 timer (24 t)
Våtkjemisk undersøkelse (Biuret-test)	1 dråpe CuSO ₄ 1 dråpe NaOH Leica MZ6 stereomikroskop	25.09.2013	1 time
XRF	Niton håndholdt XRF-pistol programvaren Niton Data Transfer Alpha 7.1	22.08.2013 15.10.2013	5 timer
Tverrsnitt	Leica DM2500P (400 x) polarisasjonslysmikroskop	09.-15.10.2013	22 timer
Rensetest er		05.10.2013 23.10.2013	3 timer
Teste fargelags varmesensitivitet	Varmeskje 30 sek i hvert fargeområde	11.10.2013	30 min
Overflate-pH	Horiba B-212 TWIN kompakt pH meter	18.10.2013	2 timer
FTIR	FT-IR Spectrometer, Perker Elmer, Universal ATR.	15.10.2013	2 timer
SEM-EDS	Jeol 840 Sveip-elektronmikroskop.	19.10.2013	6 timer
Dublerings-løsninger		31.10.2013 01.11.2013	16 timer
fernisløsninger		02.11.2013	2 timer

9. Oversikt over behandlinger

Behandling	Dato	Tidsbruk
Forsidebeskyttelse	Januar 2013	½ time
Konsolidering av løse fargelag	16.10-03.11.2013	9 timer
Rensing av smuss og ferniss	05.-26.11.2013	72 timer
Forsidebeskyttelse	27.11.2013	½ time
Ta maleriet av fra blindrammen	28.11.2013	9 timer
Rensing av bakside	29.11.2013	5 timer
Riftreparasjon	02-04.12.2013	16 timer
Konsolidering	05.-07.12.2013	17 timer
Rensing / pussing av blindramme	08.12.2013	4 timer
Kantdublering	11.12.2013	5 timer
Heldublering	12.12.2013	5 timer
Preparering av ferniss	17.12.2013	1 time
Fernisering	18.12.2013 19.12.2013 20.12.2013	1 time
Kitting	22.12.-04.01.2014	16 timer
Retusjering	03.-15.01. 2014	24 timer
Oppspenning	11.01.2013	2 timer
Sluttferniss		
SUM		187 timer

10. Oversikt over konserveringsmaterialer

Anvendelse	Produktnavn	Materialbeskrivelse	Leverandør
Forsidebeskyttelse	Størlim	Svømmeblære fra oppdretts storfisk (3 vekt % i destillert vann)	Arkivprodukter
	Japanpapir	Cellulose	T.N. Lawrence & Son
Rensing av bakside	Rensesvamp	Polyuretansvamp	Arkivprodukter
Punktkonsolidering av kanter der lerret er eksponert	Paraloid B72 (5 %) 5 g Paraloid B72 95 g toluen	Kopolymer av etylen metakrylat og etylakrylat	Arkivprodukter
Punktkonsolidering	Paraloid B72 (6 %) 6 g Paraloid B72 i 94 g 50:50 isopropanol/toluen	Kopolymer av etylen metakrylat og etylakrylat	Arkivprodukter
Rensing av overflatesmuss og ferniss (lyse fargeområder)	1 g Pemulen TR-2 100 ml dest.vann 1 ml TEA (mer tilsatt for å øke pH til 7,7) 10ml BnOH (5%) Etterrenset med white spirit	Blokk-kopolymer av Polyakrylsyre	The Personal formulator
Mørke hudpartier	1 g Pemulen TR-2 100 ml dest. vann 1 ml TEA (mer tilsatt for å øke pH til 7,7) 5% BnOH(10ml) Etterrenset med white spirit	Blokk-kopolymer av polyakrylsyre	The Personal formulator
Mørk blå, mørk fiolett og sort bakgrunn	1 g Pemulen TR-2 100 ml dest. vann 1 ml TEA (mer tilsatt for å øke pH til 7,3)		The Personal formulator
Forsidebeskyttelse av maleriets kanter	20 g Lascaux 375 Heat seal adesive 40 g White spirit	Blanding av kopolymere av etylenvinyl acetat, sykloheksanon-harpiks og ftalatestere av hydroabietyl, alkohol og parafin.	
	Japanpapir	Cellulose	
Rensing av bakside	Destillert vann		
Riftreparasjon	Tekstilsveisepulver Lerrettråder	Copolyamid Lin	Lascaux Colours & Restauro

Kant og - heldublering	BEVA 371-film	Blanding av kopolymerer av etylvinyl acetat, sykloheksanon-harpiks og ftalatestere av hydroabietyl, alkohol og parafin. (i følge leverandør etter Gustav Bergers originaloppskrift).	Lascaux Colours & Restauro gjennom Arkivprodukter
	Polyesterseilduk P 110 215 g/m ²	100 % polyester	Lascaux Colour & Restauro
	Hollytex 3257 34 g/m ²	Ikkevevet 100 % polyester.	
Ferniss	50 g MS2A 0,5 g Cosmoloid 80H 110 ml White spirit	Redusert ketonharpiks Mikrokrystallinsk voks Lavaromatisk hydrokarbon	Arkivprodukter
Kitting	Lascaux 375 varmeaktivert kleber Kaolin Pigment	Blanding av kopolymerer av etylvinyl acetat, sykloheksanon-harpiks og ftalatestere av hydroabietyl, alkohol og parafin.	Arkivprodukter
Retusjeringsfarger	Talens Extra Fine Gouache	Vannløselig dekstrinbasert bindemiddel	
Bakplate	Kanalplast	Polykarbonat	Plastkompaniet